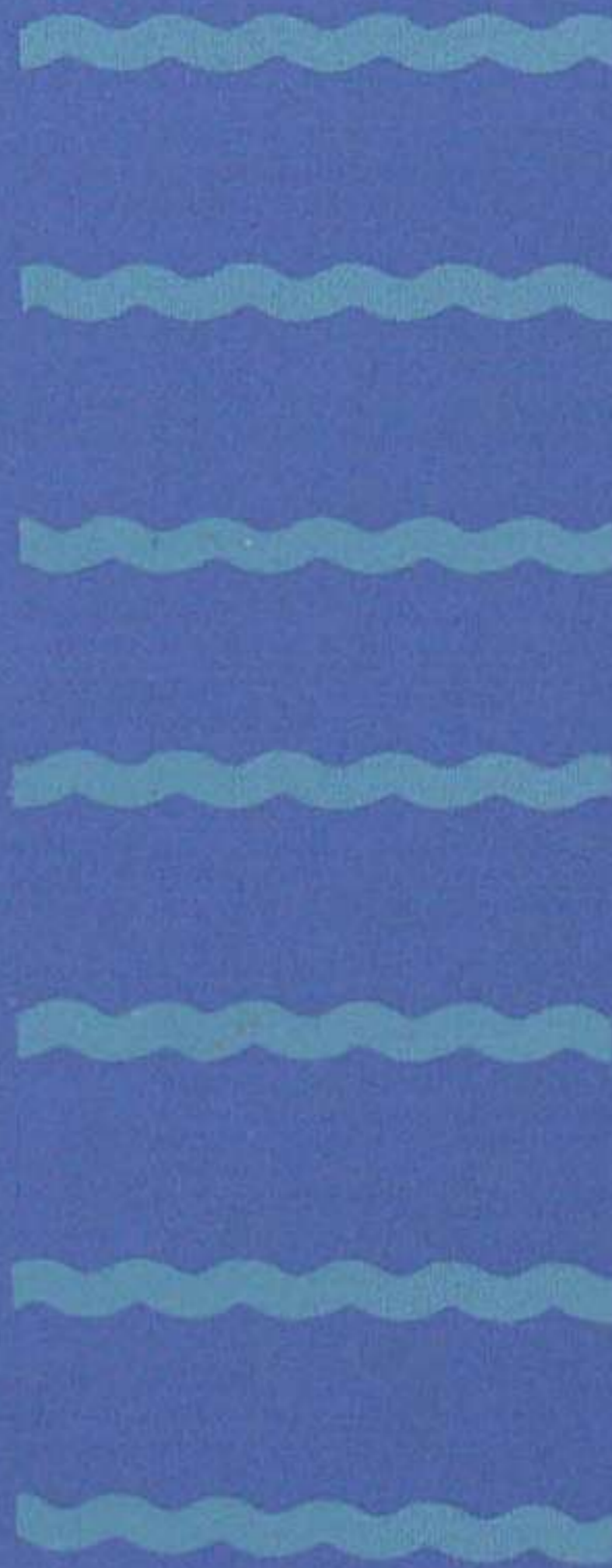


CUADERNOS

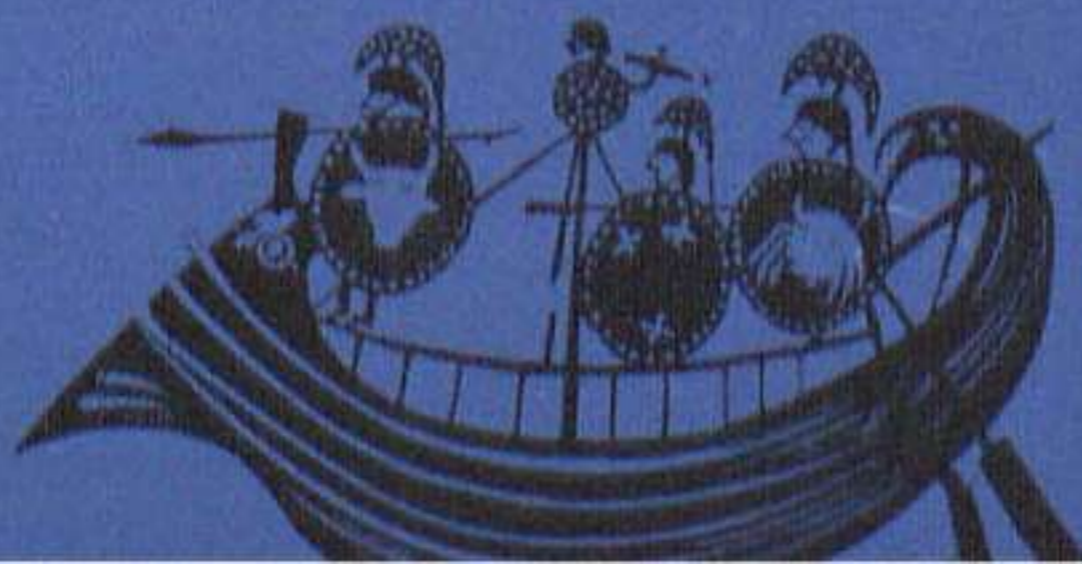
DE

ARQUEOLOGIA

MARITIMA



C A R R A T A G E N A 1 9 9 2



ódicas  
ismática,

*Detalle de un  
vaso de  
Aristonóphos.  
530 a.C.  
Caere (Etruria)*

**CUADERNOS DE  
ARQUEOLOGIA MARITIMA**

**1**

**I SEMINARIO DE  
ARQUEOLOGIA SUBACUATICA**

*1 al 31 de Agosto de 1987  
San Pedro del Pinatar (Murcia)*

**Edición de  
Belén Martínez Díaz**

**Museo Nacional de Arqueología Marítima  
Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas**



**Cartagena, 1992**

## **ORGANIZACION DEL SEMINARIO:**

**Museo y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas.**

## **COORDINADORES:**

**Victor Antona del Val  
Belén Martínez Díaz**

## **COLABORADORES:**

<b>Nané Albadalejo</b>	<b>Angel L. Martín</b>
<b>Alberto Campano</b>	<b>David Matamoros</b>
<b>Antonio Espinosa</b>	<b>María Mestre</b>
<b>Virginia Galván</b>	<b>Jordi Miró</b>
<b>Rafa Giraldez</b>	<b>Carmen Pérez</b>
<b>Mercedes Gómez</b>	<b>Juan Pinedo</b>
<b>Carlos Gómez Gil</b>	<b>Jaime Perera</b>
<b>Rafa Llauger</b>	<b>Olga Vallespí</b>

## **AGRADECIMIENTOS:**

**Colegio Público de San Pedro Pinatar.  
Consejería de Cultura de la Comunidad Autónoma de Murcia.  
Excmo. Ayuntamiento de San Pedro Pinatar.  
Capitanía General del Mediterráneo.  
Centro de Buceo de la Armada.  
Comandancia de Marina de Cartagena.**

## S U M A R I O

<i>Presentación</i> .....	5
Actas del Primer Seminario de Arqueología Subacuática,.....	7

### *PROTECCION Y CONSERVACION DEL PATRIMONIO ARQUEOLOGICO SUMERGIDO*

Legislación en torno a la protección del Patrimonio Arqueológico Subacuático en España, <i>Belén Martínez Díaz</i> .....	13
El Mar y el Patrimonio Arquitectónico, <i>Alfonso Muñoz Cosme</i> .....	27
Restauración y Arqueología Subacuática, <i>Raúl Amitrano Bruno</i> .....	35
Tratamientos de conservación para madera empapada de agua, <i>Carmen Pérez de Andrés</i> .....	47
Aplicación del PEG a la madera procedente de Culip IV, <i>Anna Jover Armengol</i> .....	57
Los Museos y el Patrimonio Arqueológico Subacuático, <i>Leticia Azcue, y Pilar de Navascués</i> .....	63

### *DOCUMENTACION Y ESTUDIOS HISTORICOS*

Cartografía antigua y moderna, <i>Mercedes Gallardo Abárzuza</i> .....	73
Bibliografía de Arqueología Subacuática, <i>Juan Pinedo Reyes</i> .....	83
La evolución tecnológica de los medios de navegación en el Mediterráneo, <i>Ricardo Arroyo</i> .....	103
Las primeras navegaciones y contactos marítimos en el Mediterráneo Occidental, <i>Jorge Onrubia Pintado</i> .....	115
La navegación en el Mediterráneo. Bizancio y El Islam, <i>Sergio Martínez Lillo</i> .....	139
Construcción naval de época moderna, <i>Angels Casanovas e Inmaculada Rodríguez</i> .....	149

## **PANORAMA DE LA ARQUEOLOGIA SUBMARINA EN ESPAÑA**

<b>Carta Arqueológica Submarina del País Valenciano, <i>Asunción Fernández Izquierdo</i>.....</b>	<b>159</b>
<b>Carta Arqueológica Submarina de Ibiza (Baleares), <i>Virginia Galván Martínez y Belén Martínez Díaz</i>.....</b>	<b>167</b>
<b>La Carta Arqueológica subacuática de Almería: 1982-1988, <i>Lourdes Roldán Gómez</i>.....</b>	<b>177</b>
<b>Carta Arqueológica submarina entre Málaga y Almuñecar (Granada), <i>Sergio Martínez Lillo y Belén Martínez Díaz</i>.....</b>	<b>185</b>

### **METODOS Y TECNICAS**

<b>Dibujo y Topografía Subacuática, <i>Manu Izaguirre Lacoste</i>.....</b>	<b>199</b>
<b>Prospección submarina con aplicación de tecnologías de prospección geológicas, <i>Marcelino Farrán</i>.....</b>	<b>215</b>

*Hace ya diez años que fue inaugurado, con ocasión del VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina, del que fue sede, el Museo y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas. En aquellos años, la vocacional dedicación y voluntad decidida de D. Julio Mas, su primer director, lograron dar a la Arqueología Submarina el impulso necesario para atraer a numerosos licenciados a un campo de la investigación científica ausente de los programas formativos de la Universidad, y para dotar a esta actividad del carácter profesional que requería.*

*Desde entonces, el Museo y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas ha recorrido un largo camino en el que ha visto, en primer lugar cambiar su nombre, llamándose a partir de 1983 Museo Nacional de Arqueología Marítima y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas, y, en segundo lugar, cambiar su dependencia orgánica, pasando a depender el Museo de la Dirección de los Museos Estatales, y el Centro del Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.*

*En estos años, y bajo el impulso de sus directores, Da. Alicia Rodero, D. Victor Antona y, finalmente, quien escribe estas palabras, el Museo y Centro -pues deben considerarse como un todo indisoluble- ha tratado de desarrollar los objetivos propuestos desde su creación: documentar y conservar el Patrimonio Histórico Sumergido, convertirse en centro de investigaciones sobre el Patrimonio Arqueológico Subacuático y, más ampliamente, sobre todo aquello relacionado con la Arqueología Marítima, formar a especialistas en las técnicas y métodos propios de esta disciplina científica, y difundir los resultados de sus trabajos de investigación.*

*Esta labor de difusión y divulgación ha sido desarrollada a través de las exposiciones, cursos y seminarios organizados por el Museo y Centro. Los trabajos individuales de los especialistas que en él han trabajado o colaborado han contribuido también a difundir la imagen y el quehacer de este centro. Pero se hacía necesaria la existencia de una publicación periódica que sirviera como órgano de expresión, comunicación y proyección social del Museo y Centro.*

*Nace así, tras varios años de esfuerzos empeñados en su consecución, Cuadernos de Arqueología Marítima, y comienza su singladura con un número íntegramente dedicado a las conferencias pronunciadas por diversos especialistas durante el I Seminario de Arqueología Subacuática. Fue éste dirigido por D. Victor Antona, entonces director del Museo y Centro, y por Da. Belén Martínez, Técnico Arqueólogo del*

*I.C.R.B.C., y tuvo lugar en San Pedro del Pinatar, en la costa murciana, durante el mes de agosto de 1987. Recoge así este primer volumen dos actividades que el Museo y Centro ha considerado siempre esenciales: la formación y la divulgación.*

*Cuadernos de Arqueología Marítima pretende varios objetivos: en primer lugar convertirse en el medio de difusión de los resultados de las investigaciones realizadas por el Museo y Centro, ofreciendo dichos trabajos al conocimiento y, sobre todo, a la contrastación entre los miembros de nuestra comunidad científica. Pero también ofrece sus páginas a las aportaciones de otros investigadores, a los resultados de otros trabajos de investigación. Quiere convertirse, de esta manera, en plataforma de discusión y vehículo de expresión de todo aquello relacionado con la Arqueología Marítima que se produzca en nuestro país o en otros ámbitos mediterráneos. Desde aquí, por tanto, invitamos a todos los investigadores a colaborar en este empeño, cuyos frutos no serán otros que el progreso científico de la Arqueología Subacuática y el mejor conocimiento y salvaguarda de nuestro Patrimonio Histórico.*

**PALOMA CABRERA BONET**

*Directora del Museo Nacional de Arqueología Marítima y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas.*



## *Actas del I SEMINARIO DE ARQUEOLOGIA SUBACUATICA*

Una preocupación común entre los profesionales que nos dedicamos a la arqueología submarina, es la situación de la enseñanza teórica y práctica de la disciplina en España; todavía no existe ningún Departamento universitario especializado, y sólo de vez en cuando surge algún curso extra-académico, o en el mejor de los casos un curso de doctorado. Frente a esta carencia, la asunción de competencias por las Comunidades Autónomas en materia de patrimonio arqueológico entre 1983 y 1985, estaba creando demanda de profesionales que pudieran incorporarse a las nuevas tareas.

Por esto, siguiendo la trayectoria marcada por otros cursos similares, como los que impartió Julio Más García, entre los años 1976 y 1979 desde el Patronato de Arqueología Submarina de Cartagena, y sintiéndonos herederos de ella, acometimos la organización de este primer seminario, intentando reunir en el menor tiempo posible -dos meses- los conocimientos fundamentales para que tanto arqueólogos como restauradores, fotógrafos y topógrafos, pudieran desarrollar su actividad profesional bajo el agua:

- Conocimientos teóricos, impartidos por especialistas.
- Prácticas en un yacimiento arqueológico subacuático.
- Curso de Buceo Profesional.

Durante el primer mes los alumnos recibieron el "Curso de Buceo Profesional" en el Centro de Buceo de la Armada (Cartagena), gracias a su eficaz colaboración. Una vez obtenida la titulación, los alumnos estuvieron preparados para desenvolverse bajo el agua y desarrollar su profesión.

El segundo mes constaba de dos partes, una de carácter práctico, que tenía lugar por las mañanas en el yacimiento arqueológico de *La Barra*, y otra de carácter teórico, dividida en cuatro bloques de conocimientos, que se impartía por las tardes.

En las prácticas del yacimiento escuela se dividió a los doce alumnos en grupos, que iban rotando por las distintas actividades y métodos de trabajo: Sistemas de Posicionamiento, Prospección y Excavación.

Estos tres bloques de actividad recogían todas las técnicas que los alumnos iban a necesitar a lo largo del proceso completo de una excavación, desde la documentación, la topografía inicial del fondo, la ubicación de los puntos de excavación, su planteamiento respecto a los ejes topográficos, distintos modos de excavación, documentación gráfica y fotográfica, también con distintas técnicas, inventariado de los materiales, descripción, dibujo,... hasta otros conocimientos ajenos a la disciplina, tales como la utilización de compresores, moto-bombas, técnicas de navegación, marinería...

Para facilitar la tarea docente, el yacimiento de prácticas debía reunir algunas condiciones: que no tuviese mucha profundidad, que fuera conocido y no supusiera riesgo alguno para su conservación e integridad, y que pudiésemos contar con un lugar de residencia, trabajo y almacenamiento, cercano, seguro y no costoso.

Así, después de analizar varios yacimientos, elegimos el de *La Barra*, puesto que se trata de una acumulación de materiales, fundamentalmente romanos, ante una barra paralela a la playa de *La Llana (San Pedro del Pinatar, Murcia)*, y distante de ella unos 300 metros.

Las clases teóricas fueron las siguientes:

## **I. PROTECCION Y CONSERVACION DEL PATRIMONIO ARQUEOLOGICO SUMERGIDO.**

1. Legislación en torno a la protección del Patrimonio Arqueológico Subacuático en España, *por Belén Martínez Díaz.*
2. El Mar y el Patrimonio Arquitectónico, *por Alfonso Muñoz Cosme.*
3. Restauración y Arqueología Subacuática, *por Raúl Amitrano Bruno.*
4. Tratamientos de conservación para madera empapada de agua, *por Carmen Pérez de Andrés.*
5. Aplicación del PEG a la madera procedente de Culip IV (Gerona), *por Anna Jover Armengol.*
6. Los Museos y el Patrimonio Arqueológico Sumergido, *por Leticia Azcue, y Pilar de Navascués.*

## II. DOCUMENTACION Y ESTUDIOS HISTORICOS

1. Introducción a los trabajos de archivos, *por Dolores Higuera*s.
2. Los archivos de la Marina, *por Dolores Higuera*s.
3. Cartografía antigua y moderna, *por Mercedes Gallardo Abárzuza*.
4. Bibliografía de Arqueología Subacuática, *por Juan Pinedo Reyes*.
5. La evolución tecnológica de los medios de navegación en el Mediterráneo, *por Ricardo Arroyo*.
6. Navegación y contactos marítimos en el Mediterráneo Occidental, *por Jorge Onrubia Pintado*.
7. La navegación en el mundo hispano-árabe, *por Sergio Martínez Lillo*.
8. La arquitectura naval en época moderna, *por Angels Casanovas e Inmaculada Rodríguez*.

## III. PANORAMA DE LA ARQUEOLOGIA SUBMARINA EN ESPAÑA

1. El yacimiento de Cala Culip IV. Gerona, *por Javier Nieto*.
2. Carta Arqueológica Submarina del País Valenciano, *por Asunción Fernández Izquierdo*.
3. Carta Arqueológica Submarina de Ibiza (Baleares), *por Virginia Galván Martínez*.
4. El yacimiento de la ensenada de Cabrera (Baleares), *por Víctor Guerrero Ayuso y Dall Colls*.
5. Carta Arqueológica del litoral almeriense, *por Lourdes Roldán Gómez*.
6. Carta Arqueológica de Málaga a Almuñecar (Granada), *por Sergio Martínez Lillo*.
7. Carta Arqueológica de Lanzarote (Canarias), *por Jaime Delgado Baudet*.

## IV. METODOS Y TECNICAS

1. Buceo aplicado a arqueología subacuática, *por Luis María Naya Garmendia*.
2. Dibujo y Topografía, *por Manu Izaguirre Lacoste*.
3. Introducción general a la fotografía, *por José Latova*.
4. Metodología y prospección en arqueología subacuática, *por Juan Blánquez Pérez*.
5. Prospección submarina con aplicación de tecnologías de prospección geológicas, *por Marcelino Farrán*.
6. Arqueología Submarina en el Mediterráneo, *por Jordi Miró*.

Para la selección de los alumnos se hizo una convocatoria nacional limitando el número de plazas a doce tanto por razones didácticas, como económicas, ya que el CNIAS financiaba íntegramente el curso a los participantes. Los seleccionados fueron: Inmaculada Arellano Gañán, Vicente Estall Poles, Angel González Lara, Carmen Jiménez Sanz, Ana Miñano Domínguez, Rafael Palacios Ramons, Jaime Perera Rodríguez, Carmen Pérez de Andrés, Arantzazu Ramírez García, Nuria Ramón Fernández, Alexandra Uscatescu, licenciados en arqueología, y José Puy Moreno, fotógrafo.

El paso de estos cinco años, nos ha permitido ver los resultados, ya que gran parte de los entonces alumnos, se han ido incorporando a proyectos de investigación en distintas Comunidades Autónomas.

Con ello creemos cumplida la finalidad básica de aquel I Seminario, en el que no intentábamos cubrir de un modo exhaustivo la disciplina, sino iniciar una serie de cursos sucesivos y complementarios, en el ejercicio de una de las finalidades fundamentales del Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas de Cartagena, la de contribuir a la formación de personal especializado en el tratamiento, investigación y conservación del Patrimonio Histórico subacuático.

La realización de este curso hubiese sido imposible sin la ayuda incondicional del personal del CNIAS, Blanca Roldán, Luis Baños, y Asensio Madrid.

El retraso en la publicación de esta documentación, elaborada en el año 1987, ha supuesto que aspectos parciales de los aquí tratados hayan sido superados en parte, que la bibliografía no se encuentre actualizada, y que algunos de los autores hayan cambiado su lugar de adscripción profesional. Los originales que faltan no fueron entregados, a excepción del yacimiento de Cabrera, excluido ante la monografía recién publicada, y de los de "Buceo aplicado a arqueología subacuática" y "Arqueología Submarina en el Mediterráneo" que también fueron expuestos en el *II Seminario de Arqueología Subacuática -Escombreras 88-*, en cuyas actas saldrán publicados.

También queremos agradecer la ayuda en la preparación de estos textos que hoy se publican a Inmaculada Arellano, M<sup>a</sup> Luisa Cañadas, Merche Gómez y Carlos León.

**PROTECCION Y CONSERVACION DEL PATRIMONIO  
ARQUEOLOGICO SUMERGIDO**



## LEGISLACION EN TORNO A LA PROTECCION DEL PATRIMONIO ARQUEOLOGICO SUBACUATICO EN ESPAÑA

Belén Martínez Díaz<sup>1</sup>

La desprotección legislativa que ha tenido el patrimonio arqueológico sumergido ha sido generalizada en todo el mundo, no sólo en España, mas aún todavía existen países en los que pervive ese vacío legal que no les permite proteger sus yacimientos bajo el agua. La legislación española en el ámbito de la jurisdicción de patrimonio ha cambiado ostensiblemente con las transferencias de competencias del Estado a las Comunidades Autónomas, y con la publicación de la Ley 16/85 de Patrimonio Histórico Español, entrando en la dinámica internacional del "proteccionismo". Aún así, el patrimonio sumergido, por el medio en el que se encuentra, está sujeto directa o indirectamente a disposiciones legales de distinta jurisdicción como las de defensa, costas, puertos, tráfico marítimo, construcciones y extracciones, etcétera..

Por ello nos hemos fijado como objetivo en esta ponencia examinar algunos de los aspectos que concurren en la ordenación legislativa en torno al patrimonio histórico subacuático, tanto en lo que se refiere a su protección y conservación, como al ejercicio de la profesión.

En primer lugar abordamos la atención de que ha sido objeto en el contexto de los textos jurídicos y recomendaciones que han generado en este siglo los organismos internacionales que se ocupan del Patrimonio Cultural.

En segundo lugar analizamos el tratamiento que esta materia ha recibido en la legislación española, tanto en sus normas estatales como autonómicas, hasta nuestros días.

Por otra parte y para completar el marco jurídico en que se incardina esta materia, intentando huir de un tratamiento excesivamente sectorializado, reuniremos aquellas disposiciones y normativas que conforman el marco más amplio de la política medioambiental y que inciden en una actuación armonizada en el territorio.

La exposición de estos apartados, que en ocasiones trataremos de forma parcial, encuentra su hilo conductor en nuestra voluntad de atender a los aspectos prácticos y ofrecer lo más claramente posible el cuadro legislativo con que nos enfrentamos los profesionales de esta materia.

---

<sup>1</sup> Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Ministerio de Cultura. Madrid.

## **MEDIDAS INTERNACIONALES**

La preocupación por conseguir una legislación adecuada para evitar la destrucción y el expolio del patrimonio arqueológico se potencia en Europa a partir de la II Guerra Mundial, y las organizaciones como UNESCO o Consejo de Europa han producido distintos textos jurídicos y recomendaciones.

Nuestra intención es hacer sólo algunas consideraciones sobre las indicaciones y medidas emanadas de ellos, según las necesidades que ha dictado la sociedad en el transcurso del tiempo, y sobre todo de aquellos países de mayor riqueza patrimonial, que repercuten directamente en el patrimonio arqueológico subacuático.

Las distintas medidas de protección que se pueden aplicar a la protección del Patrimonio Histórico, son las que se declararon en Amsterdam en 1975, por el Congreso sobre el Patrimonio Arquitectónico Europeo (Consejo de Europa):

- medidas legislativas.
- " educativas.
- " económicas.

Efectivamente, haciendo un análisis general de la diversidad de documentos, suelen estar orientados a que los países que los ratifiquen, adopten las medidas legislativas suficientes para asegurar el correcto estudio de los yacimientos arqueológicos, impedir su deterioro y/o expolio, y reprimir el comercio ilegal de antigüedades.

Es cierto que sólo legislando no se solucionan los problemas, pero también lo es que sin un modelo jurídico que sirva de marco legal a nuestras actuaciones tampoco es posible hacer frente a la situación que en este momento tenemos planteada.

No podemos por menos que citar algunos de ellos, entre los muchos que España tiene suscritos con estos fines, aunque no entremos a fondo:

**CONVENIO PARA LA PROTECCION DE LOS BIENES CULTURALES EN CASO DE CONFLICTO ARMADO.** La Haya, 14 de mayo, 1954. Ratificado por España el 9 de junio, 1960.

**RECOMENDACION SOBRE LA CONSERVACION DE LOS BIENES CULTURALES QUE LA EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS O PRIVADAS PUEDA PONER EN PELIGRO.** París, 12 de Noviembre, 1968.

¿Adhesión de España?

**CONVENIO EUROPEO PARA LA PROTECCION DEL PATRIMONIO ARQUEOLOGICO.** Londres, 6 de Mayo, 1969.  
Adhesión de España el 18 de Febrero, 1975.

**RECOMENDACION SOBRE LA PROTECCION EN EL AMBITO NACIONAL DEL PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL.** París, 23 de Noviembre, 1972.

Aceptada por España el 18 de Marzo, 1982.

**CONVENCION SOBRE LAS MEDIDAS QUE DEBAN ADOPTARSE PARA PROHIBIR E IMPEDIR LA IMPORTACION, LA EXPORTACION Y LA TRANSFERENCIA DE PROPIEDAD ILICITAS DE BIENES CULTURALES.** París, 17 de Noviembre, 1970.

Ratificada por España el 13 de Diciembre de 1985.

**RECOMENDACION 848 SOBRE PATRIMONIO CULTURAL SUBACUATICO.** Estrasburgo, 4 de Octubre, 1978.



Tras su publicación, se formó un Comité de Expertos sobre Patrimonio Cultural Subacuático, del que España siempre formó parte, el cuál acometió la redacción del "Proyecto de Convenio para la Protección Cultural Subacuática", finalizado en marzo de 1985.

Destacaremos de este proyecto los siguientes puntos:

1. Reconoce la urgente necesidad de una acción positiva a un nivel a la vez nacional y europeo, a fin de asegurar la protección de una forma adecuada.
2. Considera la unidad de la arqueología terrestre y subacuática, y su contribución a una mejor comprensión de la historia y cultura de los pueblos de Europa.
3. Expresa su particular preocupación por la falta de expertos competentes en el campo de la arqueología subacuática, por la escasez de subvenciones gubernamentales, y por las lagunas en legislaciones y prácticas administrativas existentes en la mayor parte de los Estados Miembros.

Consta de 20 artículos dedicados a la definición de "bien cultural subacuático", y a la regulación de los problemas que plantean. La actual redacción no es definitiva, puesto que se encuentra en fase de elaboración y discusión, ya que existen varios párrafos de artículos conflictivos. Uno de los más graves es la ampliación de la soberanía del estado ribereño a la zona contigua, es decir 12 millas más que actualmente.

El comité, una vez finalizada esta primera redacción supuso que ante la existencia de tantos intereses encontrados, los países miembros no iban a suscribir el Convenio por lo que decidió intentar antes de pasarlo a la firma, solucionar los puntos conflictivos, comenzando por la discusión de los problemas que suscitaban mayores diferencias. El primero era el contencioso entre Grecia y Turquía, aún hoy no resuelto.

Estas Convenciones y Recomendaciones han ofrecido criterios unitarios para la protección y enriquecimiento de los bienes históricos y culturales, que se van reflejando en la legislación actual de diversos países, y en particular de España, como veremos a continuación.

## **EVOLUCION LEGISLATIVA EN ESPAÑA**

En España, respondiendo a una corriente generalizada en Europa, el reconocimiento de la necesidad de proteger jurídicamente el patrimonio histórico se remonta al siglo XVIII<sup>2</sup>, con una serie de medidas cautelares que desde entonces han ido acrecentándose cualitativa y cuantitativamente.

A través de esa preocupación de los poderes públicos, todas las manifestaciones culturales entran en el campo del Derecho. Hemos de reconocer que en la emisión de disposiciones, no les movía siempre su afán en la protección y la conservación del patrimonio, sino que entraban en juego otros motivos como (García Fernández 1987):

- los político-ideológicos, para la legitimación del poder y el afianzamiento de éste mediante una propaganda política.
- el control económico del mercado del arte.
- fines científicos y/o educativos, incorporando al Estado en una posición activa ante el patrimonio.

En realidad, la primera ley específica sobre patrimonio arqueológico se publica en 1911, en plena restauración alfonsina, donde prevalece la distinción propiedad pública/ propiedad privada.

---

<sup>2</sup> Novísima recopilación de las leyes de España, Madrid, 1805 (ed. facsímil del B.O.E., Madrid, 1975).

- *Ley de 7 de julio de 1911*, estableciendo normas a que han de someterse las excavaciones artísticas y científicas y la conservación de las ruinas y antigüedades,

y su reglamento al año siguiente:

- *Real Decreto de 1 de marzo de 1912*, aprobando el reglamento provisional para la aplicación de la Ley de 7 de Julio de 1911.

Ya entonces, quedaron incluidas "las excavaciones .. de carácter submarino" (Capítulo Primero, De las Excavaciones, ruinas y antigüedades, Artículo primero), beneficiándose, por tant, el patrimonio sumergido del amparo que le otorgaba esta ley, aunque como ustedes pueden imaginar, todas las disposiciones del articulado se referían a particularidades de yacimientos arqueológicos en tierra, como la propiedad, la transmisión o el depósito de los hallazgos.

En la dictadura de Primo de Rivera, se publica un Real Decreto-Ley que complementa la Ley de 1911, a través del cual el Estado empieza a actuar con criterios intervencionistas sobre el patrimonio, incluyendo la propiedad privada en los planes de protección de los bienes, en aras de un interés público ante la propiedad privada.

- *Real Decreto-Ley de 9 de agosto de 1926*, sobre protección y conservación de la riqueza artística

obviando cualquier referencia acerca del patrimonio sumergido.

Desde este momento, 1926, el Ministerio de Educación Nacional, del que dependía entonces la conservación del patrimonio, comenzó a instrumentar a través de órdenes y decretos, una fuerte protección sobre monumentos y conjuntos histórico-artísticos, así como de normas sobre comercio, transmisión y exportación de bienes muebles. No obstante la legislación referente a la arqueología subacuática no ha ido al mismo ritmo.

En 1933, a comienzos de la Segunda República y dentro del bienio republicano-socialista, como una más de las medidas conducentes a significar los proyectos democratizadores del nuevo régimen y su nuevo contenido social de integración de las clases medias, en este caso el acceso a la riqueza patrimonial, se publica la:

- *Ley de 13 de Mayo de 1933*, sobre defensa, conservación y acrecentamiento del patrimonio histórico-artístico nacional.

Aún teniendo el Título II, dedicado a las "EXCAVACIONES", se remite a los textos de la ley de 1911 y su reglamento, "mientras no se publique una nueva ley".

El conjunto de estas tres leyes, y sus reglamentos, han formado el marco para toda la regulación del Patrimonio Histórico hasta 1985. Realmente, tras la publicación de la Ley del 33 y del Reglamento del 36:

- *Decreto de 16 de abril de 1936*. Reglamento para aplicación de la Ley del Tesoro Artístico Nacional.

no se publican mas que alguna modificación, y algunas normas sectoriales, no relevantes en el tema que hoy nos ocupa.

Estas tres leyes, como decíamos, son las que han configurado el ámbito material sobre el que se ha levantado, tras la Constitución del 78, la Ley 16/85, de 25 de Junio, del Patrimonio Histórico Español, dando coherencia al disperso cuadro jurídico producido durante estos 74 años.

## **LEY 16/85 DEL PATRIMONIO HISTORICO ESPAÑOL**

Esta ley vino a desarrollar los nuevos principios que contenía la Constitución del 78.

Su gran innovación es consagrar un nuevo concepto del patrimonio histórico español, que amplía notablemente los elementos culturales a los que se extiende su protección.

No sólo se contemplan los bienes muebles e inmuebles de interés "artístico", sino los de interés histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico, técnico, documental y bibliográfico.

En segundo lugar, ofrece distintos grados de protección que se corresponden con diferentes categorías legales sobre los bienes. Desde la simple consideración de un bien como integrante del Patrimonio Histórico Español, hasta la declaración de Bien de Interés Cultural -BIC- que implica el máximo grado de protección que otorga esta ley.

En tercer lugar, elabora una tipología de los bienes inmuebles que pueden ser declarados de interés cultural (Monumentos, Jardines, Conjuntos y Sitios Históricos, y Zonas Arqueológicas), y define cuatro patrimonios especiales en su tratamiento: el arqueológico (Título V) y el etnográfico (Título VI), que pueden ser tanto muebles como inmuebles, e inmaterial, en el caso del etnográfico, junto al documental y bibliográfico (Título VII).

En cuarto lugar, cabe observar que esta ley no solo tiene limitaciones y prohibiciones, sino que busca cauces, a través de medidas tributarias y fiscales, que estimulen la conservación y acrecentamiento del patrimonio (Título VIII).

En quinto lugar, otorga las competencias de aplicación de la ley a los organismos administrativos que tienen a su cargo la protección del patrimonio. Estos organismos son, en las Comunidades Autónomas, las consejerías de cultura o denominaciones afines, y en la Administración del Estado, la Dirección General de Bellas Artes y Archivos del Ministerio de Cultura.

La distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas fue uno de los temas más conflictivos de esta ley. Cataluña, la Junta de Galicia y El País Vasco, interpusieron diversos recursos de inconstitucionalidad, fundamentalmente en torno a la declaración de bienes de interés cultural, hoy en día resueltos por la sentencia 17/91, de 31 de enero de 1991.

En materia de arqueología, la transferencia de competencias a las Comunidades Autónomas se realizó con carácter exclusivo. A la Administración del Estado le compete la lucha contra el expolio, en colaboración con aquellas, y la exportación ilícita, la coordinación de información entre las Comunidades Autónomas, y las relaciones internacionales. También es competente respecto de los bienes adscritos a servicios públicos gestionados por ella y los que formen parte del Patrimonio Nacional.

Por último, crea el Consejo del Patrimonio Histórico, formado por un representante de cada Comunidad Autónoma, y presidido por el Director General de Bellas Artes y Archivos del Ministerio de Cultura.

Este Consejo, cuya composición y funcionamiento se establecen en el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de Desarrollo Parcial de la Ley 16/85, del Patrimonio Histórico Español, tiene como misión esencial coordinar la información y facilitar la comunicación entre todas las administraciones implicadas.

## **I. PATRIMONIO ARQUEOLOGICO**

Entrando ya en el TITULO V, Del Patrimonio Arqueológico, encontramos varias innovaciones:

1o.- No se define el patrimonio arqueológico como una lista de objetos o épocas con un etcétera al final, sino que se consideran bienes integrantes de él todos aquellos "bienes muebles o inmuebles de carácter histórico, susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica..." (Art. 40.1), con lo que se introduce un rigor científico en la definición que antes no existía.

Un bien es arqueológico por sus propios valores, con independencia de su específica naturaleza, mueble o inmueble, y de su ubicación. "La cualidad de bien arqueológico deriva de dos criterios: uno cronológico, en relación a las civilizaciones

del mundo antiguo, y el otro técnico, con referencia a los procedimientos cognoscitivos de esos bienes" (Franceschini, 1966, pp. 171-173).

2o.- No solo se contemplan como parte del patrimonio arqueológico los bienes que se encuentran en la superficie o en el subsuelo, sino también "en el mar territorial o en la plataforma continental" (Art. 40.1). A este efecto es de destacar que en el resto del articulado no se establece ninguna distinción entre la arqueología realizada "al aire libre", que la realizada "bajo el agua", situándolas en el mismo nivel de exigencias y de beneficios.

Esta ampliación del territorio al lecho o al subsuelo de las aguas interiores o territoriales, tiene sus antecedentes en la Recomendación de la UNESCO de 5 de diciembre de 1965, que determinaba los principios internacionales que deberían aplicarse a las excavaciones arqueológicas, en la que en su Artículo 1 al definir el ámbito de realización de excavaciones arqueológicas "excavación del suelo o una explotación sistemática de su superficie, como cuando se realicen en el lecho o en el subsuelo de aguas interiores o territoriales de un estado miembro".

3o.- Define dos tipos de intervenciones arqueológicas:  
Excavaciones y Prospecciones.

"..Son Excavaciones arqueológicas las remociones en la superficie, en el subsuelo o en los medios subacuáticos que se realicen con el fin de descubrir e investigar toda clase de restos históricos o paleontológicos, ..." (Art. 41.1).

"Son Prospecciones arqueológicas las exploraciones superficiales o subacuáticas, sin remoción del terreno, dirigidas al estudio, investigación o examen de datos que sobre cualquiera de los elementos a que se refiere el apartado anterior." (Art. 41.2).

Ambas, deben ser autorizadas expresamente por la Administración (Art. 42.1), lo contrario será ilícito y sancionable por esta ley (Art. 42.3) y por el Código Penal.

4o.- La administración competente, mediante procedimientos de inspección y control, comprobará que los trabajos están planteados y desarrollados conforme a un programa detallado y coherente que contenga los requisitos concernientes a la conveniencia, profesionalidad e interés científico. (Art. 42.2).

La Ley define los bienes integrantes del PHE como bien mueble o bien inmueble; esta dualidad se refleja en las medidas de protección, que son diferentes si se trata de uno u otro caso. Así analizaremos por separado estos dos tipos que nos ofrece. Comenzaremos por los más comunes para nosotros, los inmuebles:

## **II. LOS BIENES INMUEBLES**

La Ley distingue dos grados de protección:

1.- Los declarados Bien de Interés Cultural. Inscritos en el Registro General de Bienes Culturales.

2.- Los no declarados BIC, integrantes del PH.

### **II.1. BIENES DE INTERES CULTURAL**

De los cuatro tipos antes vistos, los "yacimientos arqueológicos sumergidos" pueden ser declarados Zona Arqueológica o Sitio Histórico, acogiéndose a la máxima protección que ofrece la ley al valor cultural que posean, y en virtud del cual se incoa la declaración.

En líneas generales, los instrumentos que pone la ley para su protección son una serie de medidas urbanísticas, en el marco de la Ley del Suelo, tendentes a preservar los yacimientos de su posible destrucción. Citando textualmente a Concepción Barrero, en su magnífica obra "La ordenación jurídica del Patrimonio Histórico", "El Plan Urbanístico se revela como la más importante de las técnicas de cuantas hoy conoce el Derecho en la consecución de ese objetivo".

Veamos las medidas que dicta el articulado:

#### **Art. 16**

- La incoación de declaración de BIC determinará la suspensión de licencias municipales de parcelación, edificación o demolición.

#### **Art. 18**

- Los BIC se consideran inseparables de su entorno, y no se podrán desplazar o remozar, salvo causas de fuerza mayor o de interés social.

La declaración de Sitio Histórico o Zona Arqueológica como BIC, determinará:

#### **Art. 20**

- La obligación para el Municipio de redactar un Plan Especial de Protección del área afectada u otro instrumento de los previstos en la legislación urbanística.

#### **Art. 22.1**

- Que no se puedan realizar obras o remoción de terreno sin tener antes una autorización de la administración competente, la cual podrá exigir la realización de prospecciones y en su caso de excavaciones.

#### **Art. 22.2**

- En las Zonas Arqueológicas se prohíbe la colocación de publicidad comercial, así como de cables, antenas y conducciones, como por ejemplo suelen ser muy habituales en las costas: emisarios, desagües,...

### **II.2. EN LOS INMUEBLES NO DECLARADOS BIC**

#### **Art. 25**

- Pueden suspenderse las obras de demolición total o parcial o de cambio de uso, durante un plazo máximo de 6 meses, plazo en el que tendrá que procederse a la incoación del expediente de declaración de BIC.

Como nuestro interés se centra hoy en los yacimientos bajo las aguas, podemos apreciar que todas estas medidas están dirigidas claramente a bienes inmuebles en tierra, apoyándose casi por completo en la Ley del Suelo. Esta aunque tenía una vocación de ordenación de todo el territorio nacional, está muy restringida a la ciudad, por lo que su aplicación a los yacimientos sumergidos no es muy eficaz.

Aún así podemos aprovechar las "generalidades" de los artículos citados (Arts. 18, 20.1, 22.1 y 22.2) y por supuesto del último (Art. 25), en el que a pesar de su evidente carácter cautelar y provisional, encontramos el "mayor marco", dado que es la situación general del patrimonio arqueológico subacuático: bienes inmuebles sin declarar BIC, e incluso en lugar desconocido. Desgraciadamente todavía, no contamos con ninguna declaración de BIC de ningún yacimiento sumergido.

### **III. LOS BIENES MUEBLES**

La Ley distingue, en este caso, tres grados de protección:

a.- Los declarados Bien de Interés Cultural. Inscritos en el Registro General de Bienes Culturales.

b.- Bienes muebles incluidos en el Inventario General.

c.- No incluidos en los anteriores.

Los bienes muebles con los que contactamos los arqueólogos, suelen ser productos de trabajos de prospección o excavación arqueológica, en ambos casos son bienes de dominio público y su depósito se rige por el Art. 42.2., es decir en el Museo más cercano de la realización de los trabajos.

En caso de ser un hallazgo casual (Art. 41.3) habrá que comunicar inmediatamente a la Administración competente, y ella decidirá dónde se realiza el depósito.

A pesar del interés excepcional que en algunos casos puedan tener estas piezas aisladas de su contexto, y dadas las dificultades para la posterior localización del yacimiento, es necesario que no se extraigan. El hallazgo se puede balizar y dar aviso inmediato a la administración competente, para así poderle documentar como es debido.

Además existen unas medidas comunes a **BIENES MUEBLES E INMUEBLES**. Son unas medidas tutelares encaminadas a un mayor conocimiento de los bienes integrantes del PHE por los ciudadanos, a su conservación física y a su buena custodia.

Creemos que la Ley 16/85 contiene suficientes instrumentos para la protección del patrimonio sumergido, incardinados en un marco superior, el de la protección del medio ambiente, ahora dependemos del grado de cumplimiento, así como de las disponibilidades económicas con las que se cuente en esa labor, necesariamente costosa en el mar.

## **LEYES DE LAS COMUNIDADES AUTONOMAS**

Desde la transferencia de competencias en materia de patrimonio arqueológico a las Comunidades Autónomas, entre 1979 y 1985, la casi totalidad de ellas elaboraron y publicaron con distintos rangos, las normas reglamentarias y reguladoras de las actividades arqueológicas en su territorio<sup>3</sup>.

Posteriormente Castilla-La Mancha (13-Junio-1990), País Vasco (3-julio-1990) y Junta de Andalucía (3-julio-1991) han publicado sus Leyes de Patrimonio, aunque conocemos más proyectos en marcha, como el de la Xunta de Galicia o el de Castilla-León. En ellas se introducen una serie de innovaciones, fruto de la experiencia, encaminadas a facilitar el funcionamiento legal. Se apoyan si cabe aún más, en los instrumentos de planificación urbanística y varían la tipología de las actividades arqueológicas.

Así el *País Vasco* contempla dos tipos de prospección:

1. Prospección arqueológica:
  - a. Prospección sin extracción de tierra: (No necesitan autorización, solo debe ser notificada).
    - prospección visual.
    - " geofísica.
  - b. Prospección con extracción de tierra:
    - prospección con catas.
    - " mecánica.
2. Sondeo arqueológico.
3. Excavación Arqueológica.
4. Control arqueológico.
5. Estudio de arte rupestre.

Crea también la figura de **Parque Arqueológico**, desde la consideración de ser visitables conjuntos de ruinas y restos arqueológicos, y varía la denominación de Bien de Interés Cultural por la de Bien Cultural Calificado.

La *Junta de Andalucía*, en cambio, amplía a siete los tipos de actividades que necesitan autorización:

- 1, Excavaciones terrestres o subacuáticas.
2. Prospecciones " " "
3. Reproducción y estudio directo del arte rupestre.
4. Las labores de consolidación, restauración y restitución arqueológicas.
5. Cerramiento, vallado y cubrición.
6. Documentación gráfica.

---

<sup>3</sup> Quedan todas ellas recogidas en el trabajo de García Fernández, J. 1987.

7. Estudio de materiales arqueológicos depositados en los museos de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Introduce una figura nueva para la protección del Patrimonio Arqueológico, consistente en la declaración de "Zona de Servidumbre Arqueológica", en la cual se exige que el planeamiento urbanístico tenga en cuenta la posible existencia de restos arqueológicos.

Varían también la figura del Bien de Interés Cultural, por la creación del Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, con dos variedades de inscripción que comportan grados diferentes de protección.

Ninguna de las dos aporta ningún instrumento nuevo y directo de interés para la protección del patrimonio arqueológico sumergido.

## **OTRAS LEGISLACIONES**

Como hemos podido ver en el capítulo anterior, la mayor parte de los instrumentos que nos ofrecen las Leyes de Patrimonio Histórico, se apoyan en la Ley del Suelo, de difícil aplicación en los terrenos en los que se encuentra el patrimonio arqueológico subacuático: la zona marítimo-terrestre, el mar territorial, las aguas interiores, y la plataforma continental.

No ocurre esto con el **Real Decreto de Evaluación de Impacto Ambiental (1988)** que ha resultado ser un instrumento realmente eficaz y novedoso, aplicable a todo el territorio nacional.

Las evaluaciones de impacto ambiental recomendadas por los Organismos Internacionales, son el instrumento más adecuado para la preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente, en el que se incluye el patrimonio histórico-artístico y arqueológico.

Se trata de evaluar los efectos previsibles directos e indirectos sobre el medio ambiente en una serie de actividades concretas tipificadas en este mismo documento, a través de un proyecto que contenga los estudios parciales necesarios y evitar el deterioro del nuevo ambiente.

Este sí que es un buen instrumento de protección del patrimonio sumergido. No obstante, muy pocos de los supuestos que se preven en la orden se dan en el dominio público marítimo-terrestre; pero podríamos acogernos a los siguientes:

- Refinerías de petróleo bruto.
- Puertos comerciales, vías navegables y puertos de navegación interior que permitan el acceso a barcos superiores a 1350 toneladas, y puertos deportivos.
- Extracción de recursos geológicos.
- Explotaciones de depósitos marinos.

Para poder aprovechar este recurso legal, la Administración competente tendrá que conocer la ubicación exacta del patrimonio arqueológico y tenerla publicada convenientemente.

El territorio español, de soberanía nacional, está compuesto hoy en día por los territorios de las Comunidades Autónomas con sus aguas interiores, el mar territorial y la plataforma continental, más otros excepcionales lugares como Ceuta y Melilla.

En 1971, España suscribió los Convenios de Ginebra de 1958, acuerdos internacionales en los que se establecen las definiciones de las citadas zonas por el sistema de líneas de base rectas.

Con posterioridad, se han regulado específicamente algunas de ellas, como el mar territorial (Ley 10/77 de 4 de enero, sobre Mar Territorial), o la zona marítimo-terrestre (Ley 22/88 de 28 de julio, de Costas).

Como este tema ya fue objeto de nuestro interés en otra ocasión (Martínez Díaz, 88), no nos detendremos ahora, limitándonos a comentar algunas definiciones:

### **ZONA MARITIMO-TERRESTRE:**

"La zona marítima terrestre es el espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocido,.. Esta zona se extiende también por las márgenes de los ríos hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas..." (Art. 1.a. Ley de Costas).

### **MAR TERRITORIAL:**

El límite interior es la línea de bajamar escorada (línea de bases rectas establecida en R.D. 2510/77) y el límite exterior es una línea trazada a una distancia de doce millas paralela a la anterior.

### **PLATAFORMA CONTINENTAL (Convenios de Ginebra 1958, Madrid 1971):**

Designa el lecho del mar y el subsuelo de las zonas submarinas, fuera de la zona del mar territorial, pero junto a él, hasta una profundidad de 200 ms. o más allá de este límite hasta donde la profundidad de las aguas suprayacentes permita la explotación de los recursos naturales de dichas zonas.

Trataremos ahora de ver si la legislación existente sobre estas zonas nos proporciona un soporte igual al que en tierra ofrece la Ley del Suelo a los yacimientos arqueológicos.

### **Ley de Costas.**

Continúa la política de protección medioambiental, con la gestión y conservación del patrimonio natural, clasifica y define el dominio público marítimo terrestre, pero sólo regula las actuaciones sobre la ribera del mar, dejando el mar territorial y la plataforma continental a sus leyes especiales.

Por lo demás, aunque su Título Preliminar establece entre sus fines el respeto al patrimonio arqueológico, no instrumenta ningún mecanismo especial para la protección de dichos bienes.

### **Ley de Salvamento y Hallazgo.**

La publicación de la Ley de Costas no deroga, de todos modos, la Ley de Salvamento y Hallazgo de 1962 (Ley 60/62), en la que se distingue entre hallazgos y extracciones, estableciendo que "las cosas de valor arqueológico y artístico quedan exceptuadas de la libre disposición y quedan sujetas a las normas especiales que regulan la materia, por lo que se pueden cumplir los requisitos dictados por la Administración competente". En cualquier caso, otorga la competencia para autorizar "extracciones" y "rastros y localización de cosas hundidas" a la jurisdicción de Marina.

### **Decreto 2055/69 de 25 de septiembre. Regula el ejercicio de actividades subacuáticas.**

Otorga a la Marina la competencia para autorizar el ejercicio y práctica del buceo. Esta autorización tiene un carácter temporal y limitado a una zona concreta; será expedida por la autoridad de marina o provincial civil, según se trate de aguas marítimas o interiores.

### **CONCLUSIONES**

Como hemos podido ver a lo largo de esta exposición, la protección del patrimonio está dentro de una política general de protección del medio ambiente, siguiendo los criterios establecidos en los Acuerdos Internacionales.



Los yacimientos arqueológicos sumergidos, como bienes inmuebles, pueden acogerse a las medidas de protección que les ofrecen las leyes de Patrimonio Histórico o Cultural sobre todo si están declarados BIC (o como se denominen en las Leyes de cada una de las Comunidades Autónomas) fundamentadas en su mayoría en el marco de la legislación urbanística.

De las leyes y normativas no específicas de Patrimonio hemos podido ver que la Evaluación de Impacto Ambiental, ofrece un gran apoyo para la conservación del patrimonio arqueológico, en cambio la Ley de Costas y la de Salvamento y Hallazgos, que ordenan aquellas zonas en las que se encuentra el patrimonio arqueológico sumergido, no desarrollan normas específicas para su protección.

En síntesis, la legislación sí ofrece suficientes instrumentos de protección; ahora hace falta que las Administraciones competentes desarrollen un soporte reglamentario y administrativo que ofrezca rapidez y eficacia, y que provean de los medios económicos necesarios para desarrollar esta labor.

Asimismo, no hay que olvidar las lagunas de la Universidad española con esta disciplina, no existiendo ningún Departamento especializado en la materia, lo que impide la formación del personal científico adecuado, aunque tenemos que felicitarnos por la sensibilidad que tienen las Administraciones de Cultura para organizar "Cursos de Formación de Arqueología Subacuática" de distinta índole, teóricos y prácticos.

## **B I B L I O G R A F I A**

Alvarez Alvarez, J.L.

1989: **Estudios sobre el Patrimonio Histórico Español, y la Ley de 25 de junio de 1985.** Civitas.

Barrero Rodríguez, Concepción

1990: **La ordenación jurídica del patrimonio histórico.** Civitas.

Benítez de Lugo y Guillén, F.

1988: **El Patrimonio Cultural Español.** (Aspectos jurídicos, administrativos y fiscales). Granada.

Echevarría, L.E.

1983: **El Transporte marítimo.** Pamplona (Aranzadi).

Fernández-Posse, M.Dolores y Alvaro, E.

----: **"Bases para un inventario de yacimientos arqueológicos". Reunión Inventarios y Cartas Arqueológicas. Soria 20-23 Noviembre 1991.** (en prensa)

García de Enterría, E.

1983: **"Consideraciones sobre una nueva legislación del patrimonio artístico, histórico y cultural", Civitas. Revista de Derecho Administrativo, 39, oct-dic., p. 578.**

- García Escudero, Piedad y Pendás, B.  
1986: **El nuevo régimen jurídico del Patrimonio Histórico Español.** Madrid (M. de Cultura).
- García Fernández, J.  
1987: **Legislación sobre Patrimonio Histórico.** Madrid (Tecnos).
- García Fernández, J.  
1987: "La nueva legislación española sobre patrimonio arqueológico". **Revista de Derecho Público**, 107, abril-junio,: 365-399
- García Robles, A.  
1966: **La conferencia de Ginebra y la anchura del mar territorial.** México (FCE).
- Hernández Gil, D.  
1981: "Conservación y restauración del patrimonio arquitectónico". **Análisis e Investigaciones Culturales**, 9. pp. 69-76.
- Martín Bueno, M.  
1985: "El Patrimonio Cultural sumergido a la luz de los criterios internacionales de protección", pp. 47-57, en **Comentarios en torno a la nueva ley de Patrimonio Histórico. Análisis e Investigaciones Culturales**, octubre-diciembre, 1985, número 25. Ministerio de Cultura. Madrid.
- Martínez Díaz, Belén.  
1988: "El patrimonio arqueológico sumergido: aspectos legales y administrativos", **Boletín Asociación Española de Amigos de la Arqueología**, No.25, pp. 4-9. Madrid.
- Martínez Díaz, Belén.  
1991: "La Protección Legal del Patrimonio Histórico Español Subacuático", en **las Actas de las Jornadas de Arqueología Subacuática en Asturias.** Gijón 1990. Universidad de Oviedo. Oviedo.
- Muñoz Machado, S.  
1982: **Derecho público de las Comunidades Autónomas**, Madrid, t.I. Civitas.
- Sánchez Palencia Ramos, F.J.  
1985: "Reflexiones sobre la nueva Ley del Patrimonio Histórico Español y la Arqueología", pp. 11-19, en **Comentarios en torno a la nueva ley de Patrimonio Histórico. Análisis e Investigaciones Culturales**, octubre-diciembre, 1985, número 25. Ministerio de Cultura. Madrid.
- Serrán Pagán, F.  
1980: **Cultura española y autonomías**, Madrid (M. de Cultura).
- Varios  
1985: **Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.** Esplugas de Llobregat (Sino).
- 1987: **Ley del Patrimonio Histórico Español. Trabajos parlamentarios.** Publicaciones del Congreso de los Diputados. Madrid.

## **DISPOSICIONES LEGALES**

- Ley de 7 de Julio de 1911 (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes) estableciendo normas a que han de someterse las excavaciones artísticas y científicas y la conservación de las ruinas y antigüedades.
- Real Decreto de 1 de Marzo de 1912 (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes) aprobando el reglamento provisional para la aplicación de la Ley de 7 de julio de 1911, que estableció las reglas a que han de someterse las excavaciones artísticas y científicas y la conservación de las ruinas y antigüedades.
- Real Decreto-Ley de 9 de agosto de 1926 (Presidencia) sobre protección y conservación de la riqueza artística.
- Ley de 10 de diciembre de 1931 (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes) sobre enajenación de bienes artísticos, arqueológicos e históricos de más de cien años de antigüedad.
- Ley de 13 de Mayo de 1933 (Presidencia) sobre defensa, conservación y acrecentamiento del Patrimonio histórico-artístico nacional.
- Decreto de 16 de Abril de 1936 (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes) Reglamento para la aplicación de la Ley del Tesoro Artístico Nacional.
- Orden de 9 de Julio de 1947 (Ministerio de Marina) dando normas a los Comandantes de Marina sobre hallazgos de objetos arqueológicos en el mar.
- Ley de 22 de Diciembre de 1955 (Jefatura del Estado) sobre conservación del patrimonio histórico-artístico (modifica la de 13 de mayo de 1933).
- Resolución de la Dirección General de Bellas Artes (Ministerio de Educación Nacional), de 145 de Julio de 1960, por la que se dan normas para la conservación de los hallazgos arqueológicos.
- Ley 60/1962, de 24 de Diciembre, sobre salvamento, hallazgos y extracciones marítimas.
- Decreto 2.055/1969, de 25 de septiembre (Presidencia), por el que se regula el ejercicio de actividades subacuáticas.
- Decreto 1.545/1972, de 15 de Junio (Ministerio de Educación y Ciencia), modificando el de 16 de Abril de 1936, que aprobó el Reglamento para aplicación de la Ley del Tesoro Artístico Nacional.
- Instrumento de Adhesión de España, de 18 de Febrero de 1975, al Convenio Europeo para la protección del patrimonio arqueológico, hecho en Londres el 6 de mayo de 1969.

- Ley 10/77 de 4 de enero, sobre Mar Territorial.
- Real Decreto 2510/77 de 5 de agosto, sobre Trazado de Líneas de Bases Rectas en desarrollo de la Ley 20/77 de 8 de abril sobre Extensión de las Aguas Jurisdiccionales Españolas a 12 millas a efectos de Pesca.
- Ley 15/78 de 20 de febrero, sobre Zona Económica.
- Ley 16/85 de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 1302/86 de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley 22/88 de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 1131/88 de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto 62/1989, de 31 de marzo, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Real Decreto 1471/1989, de 1 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/88, de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/88 de 28 de julio, de Costas.
- Ley 4/1990, de 30 de mayo, del Patrimonio Histórico de Castilla-La Mancha.
- Ley 7/1990, de 3 de julio, de Patrimonio Cultural Vasco.
- Pleno. Sentencia 17/1991, de 31 de enero. Recursos de inconstitucionalidad (acumulados) promovidos por el Consejo Ejecutivo de la Generalidad de Cataluña, por la Junta de Galicia, por el Gobierno Vasco y por el Parlamento de Cataluña, contra determinados preceptos de la Ley 16/85, de 25 de junio, reguladora del Patrimonio Histórico.
- Ley 1/1991, de 3 de julio, de Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Pleno. Sentencia 149/1991, de 4 de julio. Recursos de inconstitucionalidad interpuestos por la Xunta de Galicia, el Consejo de Gobierno de Baleares, el Gobierno Vasco, Cataluña, Cantabria, Canarias, el Gobierno Valenciano y un grupo de 50 diputados, contra la Ley 22/88, de 28 de julio, de Costas.
- Pleno. Sentencia 198/1991, de 17 de Octubre. Conflictos positivos de competencia (acumulados) promovidos por el Gobierno Vasco, la Junta de Andalucía, Islas Baleares, Cataluña, en relación con diversos preceptos del Real Decreto 1471/1989, de 1 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/88, de 28 de julio, de Costas.

## EL MAR Y EL PATRIMONIO ARQUITECTONICO

Alfonso Muñoz Cosme<sup>1</sup>

### LA CONSERVACION DEL ENTORNO HUMANO

La conservación del patrimonio histórico es un aspecto importante de la conservación del entorno humano y por lo tanto, del mantenimiento de la calidad de vida de una sociedad. El modo de vida y de producción del hombre en la actualidad entraña un peligro para su entorno vital, por lo que es necesario establecer métodos de control del impacto sobre el medio y mecanismos de protección, a fin de garantizar la pervivencia de lo que es útil, valioso e irremplazable para el hombre.

No es posible conservar y proteger sin conocer. La investigación, la formación y la difusión del patrimonio histórico son las premisas previas para cualquier actividad de conservación. Pero a la vez carece de sentido una conservación que no vaya destinada a la utilización y disfrute de los bienes culturales por la sociedad en su conjunto. De esta forma el conocimiento, la conservación y la utilización forman los tres estadios de cualquier proceso de mantenimiento real del patrimonio histórico.

La tradicional distinción establecida entre patrimonio cultural y patrimonio natural va desdibujándose con el tiempo. Todo patrimonio cultural, como obra humana, viene irremediabilmente marcado por el entorno que lo rodea, siendo la naturaleza un factor más en su creación y una referencia fundamental para su comprensión. De igual manera, no puede concebirse hoy un patrimonio exclusivamente natural, sin participación cultural humana, ya que todo el entorno natural del hombre se ve marcado por la obra artificial y refleja un fenómeno cultural, aunque tan sólo sea en la forma en que es contemplado y valorado.

La identidad e indisolubilidad entre patrimonio cultural y natural, que cada vez va haciéndose más evidente, tiene en algunos casos una relevancia trascendental, ya que únicamente en su confluencia pueden ser ambos valorados y comprendidos. Uno de estos casos es el del patrimonio arquitectónico litoral y el mar que le da razón de ser.

### CARACTERISTICAS DEL PATRIMONIO LITORAL

El patrimonio arquitectónico situado en la proximidad de las costas tiene unos ciertos caracteres distintivos que permiten tratarlo como un conjunto. La similitud en

---

<sup>1</sup> Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Ministerio de Cultura. Madrid.

su origen y función, pero sobre todo, la identidad de su problemática lo hacen constituirse en un objeto de análisis para nuestra charla.

La relación con el entorno es determinante en la configuración morfológica y en la distribución tipológica de las arquitecturas marítimas. Las diferencias que tradicionalmente han existido en las construcciones rurales al acercarse a la zona litoral, la configuración específica de los núcleos urbanos costeros, la especial morfología que adopta la arquitectura militar cuando se localiza junto al mar, o la especialización de las instalaciones dedicadas a usos marinos, como tráfico o captación de recursos, revelan la decisiva trascendencia que la presencia del mar tiene sobre las construcciones.

Pero si el mar determina el origen y creación del patrimonio arquitectónico, también determina de una forma directa o indirecta su destino y destrucción. Las agresiones que ese patrimonio creado durante siglos está sufriendo en la actualidad son de una violencia desconocida en otras épocas históricas. Intentemos aproximarnos a esa problemática analizando de qué forma se producen los procesos de deterioro y destrucción de la arquitectura litoral.

Existe en primer lugar la agresión natural propia del medio. Si ésta se da en cualquier situación, es en las localizaciones costeras especialmente devastadora. La erosión del oleaje contra diques y construcciones, especialmente en los temporales; el desgaste superficial producido por el viento arrastrando arena; las humedades frecuentes por capilaridad y el alto poder oxidante del aire hacen de este entorno un medio especialmente agresivo para las construcciones, si éstas no están sometidas a un constante proceso de mantenimiento y conservación.

Junto a la agresión natural, la falta de uso es otro de los principales factores de degradación del patrimonio arquitectónico litoral. La transformación que ha sucedido en los diversos sectores económicos que están relacionados con el mar ha determinado el abandono de instalaciones portuarias, salinas, poblados de pescadores, construcciones defensivas, etc.. La obsolescencia de estas edificaciones se alía con la natural agresividad del medio, por lo que son rápidamente destruidos por causas naturales.

Finalmente es de señalar la actividad humana como el tercer factor de agresión del patrimonio arquitectónico litoral. Especialmente virulento en las zonas turísticas, la acción humana tiende a destruir la arquitectura fuera de uso para la instalación de urbanizaciones costeras, carreteras, puertos deportivos, etc.. No se contempla en general la posibilidad de reutilizar la arquitectura preexistente para usos singulares y equipamientos, destruyéndose para adaptar lo nuevo a unos parámetros comerciales estereotipados. Esta agresión es tan sólo un factor más del impacto que la urbanización turística de las costas viene causando sobre su entorno.

Frente a estas poderosas y variadas agresiones, poca es la protección con la que se puede contar. La protección que la Ley del Patrimonio Histórico brinda a los bienes culturales es de limitada efectividad para unos tipos de arquitectura en general de escasa entidad o de carácter popular. La necesidad de declaración como bien de interés cultural para el beneficio de las disposiciones legales es un obstáculo para que éstas representen una protección efectiva.

Por su parte, la legislación urbanística permite utilizar el planeamiento como un eficaz instrumento de conservación a través de planes especiales o de catálogos. Sin embargo rara vez se han utilizado estos instrumentos en los municipios costeros, ya que han mantenido una política urbanística más orientada hacia la creación de suelo urbanizable para la edificación de segunda residencia.

Una protección específica ha brindado el Decreto de 22 de abril de 1949 a los elementos de arquitectura militar en general. Esta protección que se encuentra recogida en la nueva Ley de Patrimonio, es de escasa eficacia en sí, ya que el mayor peligro para estas edificaciones es su falta de uso.

La Ley de Costas, el Decreto de Centros y Zonas de Interés Turístico Nacional o La Ley de Espacios Naturales han tenido escasa repercusión sobre este tipo de patrimonio, no previéndose en general en estos textos legales instrumentos para la conservación y puesta en uso de los inmuebles.

## **TIPOS DE PATRIMONIO ARQUITECTONICO MARITIMO**

### **El mar como camino: las construcciones portuarias y los faros.**

Uno de los usos más antiguos que el hombre ha hecho del mar ha sido el de camino y ruta de comunicación entre sus riberas, mucho más frecuentado a menudo que las comunicaciones terrestres. Ello ha determinado que desde la más remota antigüedad hayan sido realizadas instalaciones y construcciones relacionadas con este uso.

Las más importantes son los puertos, palabra que proviene de la misma raíz latina que puerta, ya que su función es la de ofrecer una puerta de llegada a las embarcaciones. Originariamente existían puertos naturales y artificiales, dependiendo de que mediara para su creación obra artificial o simplemente se aprovechara la favorable configuración natural de la costa. Hoy todos los puertos son en mayor o menor medida artificiales, con obras que han ido sucediéndose y superponiéndose desde la antigüedad hasta nuestros días.

Puertos como los de Cartago, Alejandría, Pireo o Tiro nos indican la importancia que tenían estas instalaciones en la antigüedad. La escollera y el hormigón eran la base de la técnica constructiva, con disposiciones diversas que variaban desde la de diques convergentes que dejaba una estrecha boca, hasta la de diques discontinuos paralelos a la costa a fin de permitir el paso de parte del oleaje y así evitar aterramientos. Una disposición mixta era la combinación de diques convergentes con otro paralelo a la costa, como el puerto de Ostia.

Los grandes puertos actuales son el resultado de continuas transformaciones a lo largo de la historia, lo cual, además de dotarlos de una configuración característica, los convierte en museos de las técnicas constructivas. Además de la propia obra de ingeniería que es el puerto en sí, las instalaciones portuarias contienen gran número de edificaciones auxiliares que varían según sea el puerto comercial, militar, pesquero o de refugio.

Si bien antiguamente las operaciones de carga y descarga se realizaban con embarcaciones auxiliares, posteriormente se crearon los muelles de carga, que se han ido dotando de depósitos, grúas y demás elementos necesarios para la realización de estas operaciones. Las atarazanas, los tinglados y otros tipos de edificaciones auxiliares forman un conjunto de elementos a menudo de gran interés arquitectónico.

Los enemigos que el puerto tiene en los fenómenos naturales son dos: de un lado el oleaje y las mareas que lentamente van erosionando los diques, de otro lado la excesiva calma, que provoca el depósito de arena y los aterramientos que dejan los puertos fuera de uso, por lo que periódicamente se ha de proceder a realizar dragados.

Si los puertos son los puntos de origen y destino de las rutas marítimas, existe otro tipo de construcciones que sirve de guía de esos caminos: son los faros. Su origen procede de las hogueras que se hacían en las montañas y en la entrada de los puertos para dirigir la navegación. Con el tiempo se erigieron torres a fin de dotar de mayor visibilidad a la señal lumínica.

Numerosas noticias de los faros tenemos en los escritores de la antigüedad. Homero compara en la Iliada el brillo del escudo de Aquiles al fuego que brilla en la cima de una montaña; Dionisio de Bizancio habla de la torre Timea en Tracia; Suetonio de las torres del puerto de Ostia, mientras Plinio cita la de Rávena.

El nombre de faro proviene de la edificación de este tipo más famosa de la Antigüedad: la que erigida en la isla de Faros servía de guía para el ingreso en el puerto de Alejandría. Incluido entre las siete maravillas del mundo, fue citado por Homero, Plinio y otros escritores. Según Edrisi, un geógrafo árabe, tenía una altura entre 55 y 65 metros, de planta cuadrada y con diversos cuerpos contruídos en sillaría unida con plomo.

Otra gran construcción que tenía esta función era la estatua colosal que a la entrada del puerto de Rodas mantenía en una mano una copa en la que se encendía una hoguera. El coloso de Rodas era de esta forma también un faro que permitía las maniobras de entrada al puerto.

En España tenemos noticias de faros desde la dominación romana. El más famoso de ellos fue la Torre de Hércules, restaurada en tiempos de Trajano por Cayo Servio Lupo, sobre una obra anterior, quizá fenicia. En la época de Carlos III fue restaurada por Eustaquio Gannini, revistiéndose con sillares de granito. La tradición creía que fue edificada por Hércules y que estaba dotada de un espejo prodigioso en el que se reflejaba cuanto sucedía en el mundo. El origen de tal creencia bien pudiera ser la confusión en latín vulgar entre Specula (atalaya) y Speculum (espejo).

Los faros han desempeñado un importante papel en el desarrollo del transporte marítimo, formando en la actualidad una cadena ininterrumpida a lo largo de las costas más frecuentadas. Anclado al terreno mediante grandes obras de cimentación a fin de vencer el empuje del viento y las marejadas, tiene en su parte superior la sala de la linterna y la estancia del farero, mientras en los pisos inferiores se sitúan los depósitos, almacenes y oficinas.

### **El mar como fuente de recursos: salinas y poblados de pescadores.**

Además de ruta de comunicaciones, el mar ha sido siempre para el hombre un campo de producción del que extraer recursos necesarios para su vida. La pesca y la sal han sido dos productos que han generado tipos específicos de patrimonio arquitectónico.

Aún cuando la fuente más importante de obtención de sal han sido los yacimientos de sal gema en superficie o en el interior de minas, procedentes de la desecación de antiguas masas de agua salada, en los países cálidos es muy antigua la obtención de sal mediante desecación y evaporación del agua marina, especialmente en la zona mediterránea.

La obtención de sal mediante este método tiene la ventaja de la gran cantidad de sal que se obtiene, aunque es de menos pureza que la sal gema. En países fríos se utilizan salinas en las que el agua se congela y se separa el hielo, lográndose así grandes concentraciones de sal que permiten una evaporación artificial.

Las salinas de los países cálidos utilizan la evaporación en grandes balsas llamadas saladares. Durante las mareas se conduce el agua a un gran depósito, donde se clarifica y se conduce a otros departamentos en los que se realiza la evaporación y la cristalización de la sal, que se recoge en unos grandes montones que se cubrían de tierra para evitar la disolución por la lluvia. Se obtiene así la sal gris o basta, que puede refinarse para obtener la sal purificada.

Muchas de las salinas que han estado en funcionamiento durante el siglo pasado y parte del presente se encuentran en la actualidad en proceso de abandono por falta de rentabilidad. Dejan tras de sí unos grandes complejos edificatorios y una conformación característica de grandes zonas del territorio.

Por su parte la actividad pesquera ha determinado también la conformación de unos conjuntos de patrimonio arquitectónico que se encuentran cada vez más amenazados de extinción. La vivienda de pescadores reúne unos rasgos distintivos que le otorgan una imagen y una configuración distinta al resto de arquitectura popular.



Generalmente de pequeñas dimensiones, estas viviendas suelen tener unos espacios anejos para la barca o los instrumentos de pesca, y se agrupan formando conjuntos muy variados.

Los materiales y la imagen varían según la zona climática. A los tejados inclinados de las viviendas de pescadores de las regiones cantábricas se opone la arquitectura de cubierta plana, muros encalados y pequeños huecos de las casas de pescadores de las zonas mediterráneas. Ambas tienen en común su disposición en poblados que miran hacia el mar, su fuente de vida y razón de ser.

### **El mar como amenaza: fortalezas y torres vigías.**

La condición que ha tenido históricamente el mar de camino y ruta de comunicación lo han hecho constituirse también en origen de potenciales peligros, campo de piratas y entrada de invasiones. Por ello el mar ha significado en diversos momentos históricos una amenaza para los hombres que habitaban sus riberas, por lo que éstos han realizado diversas construcciones a fin de prevenir ataques y defenderse.

Hoy vemos en nuestras costas numerosos restos de esa función defensiva. Las fortalezas costeras y sobre todo las atalayas o torres vigías son un elemento incorporado al paisaje de nuestras costas.

La mayoría de las torres vigías que hasta nosotros han llegado proceden de la época de Felipe II en que se fortificaron todas las costas españolas ante el peligro de los piratas berberiscos. Algunas eran más antiguas, como las nazaríes del antiguo reino de Granada y en general todas han sufrido transformaciones posteriores.

Hay diversos tipos de torres, de sección circular, rectangular o hexagonal. En general todas tienen una ligera inclinación en sus muros y la puerta de entrada elevada sobre la rasante del terreno para prevenir ataques externos. La coronación suele ser un adarve con almenas y en algunos casos, garitas en las esquinas. Sobre la puerta de entrada solía disponerse una ladronera sobre matacanes.

El volumen de las torres está constituido de mampostería, con sillarejo sólo en las esquinas. Algunas tenían en la parte superior mechinales para montar cadahalsos en los momentos de peligro. Los huecos, muy escasos son generalmente aspilleras para la defensa.

La situación de las torres era estratégica, distanciadas entre sí entre una y dos leguas, dispuestas en puntos de buena visibilidad. Entre ellas se comunicaban mediante ahumadas de día y luminarias de noche. Cada torre estaba servida por cuatro hombres, dos de a pie que tenían encomendada la vigilancia, y dos a caballo para vigilar las comunicaciones entre las torres y pedir auxilio en caso de necesidad.

Al margen de estas torres vigías, es frecuente encontrar fortificaciones en la costa, bien en forma de castillo, bien protegiendo a una población. A partir de la instalación de artillería en los barcos, la mayoría de las ciudades costeras hubieron de fortificarse para defenderse de los ataques marinos. Hoy algunas ciudades como Peñíscola, Ibiza o Tabarca conservan esas murallas que les permitieron defenderse en otras épocas.

### **El mar como metáfora: núcleos urbanos y arquitectura veraniega.**

Existen otros tipos de arquitectura que sin estar directamente determinados por la presencia del mar, sí deben a él su existencia o al menos están en parte formalmente conectados con el mar, sus símbolos y su iconografía. La arquitectura de veraneo que se ha extendido por nuestras costas durante el siglo pasado y el presente es buena muestra de ello.

Las construcciones veraniegas primitivas trasladan a la costa gran parte del repertorio formal de la arquitectura culta urbana. Los estilos eclecticismos, el modernismo y el art decó son algunos de los repertorios formales ampliamente

utilizados en las villas y en los balnearios. Entre esas composiciones siempre aparece el mar sugerido en la decoración o intuído en las formas.

Puede hablarse de una arquitectura con unos caracteres definidos y unos tipos que se repiten y evolucionan lentamente. Las torres de la Costa Brava, las villas mediterráneas de Benicassim o el Mar Menor eran conjuntos de la transposición de la arquitectura urbana a la costa.

Si el desarrollo del ferrocarril iba unido a esta primera implantación turística, el perfeccionamiento del automóvil ha determinado la segunda masiva afluencia a las costas, producida en los últimos treinta años. El veraneo ha dejado de ser minoritario y estar reservado a unas clases sociales para convertirse en un artículo de consumo.

La falta de control ejercido sobre la urbanización de las costas, los desarrollos a corto plazo y el incumplimiento de unas leyes generalmente desfasadas, ha producido que en lugar de un patrimonio interesante, la arquitectura veraniega se haya convertido en una agresión al medio.

El proceso ha sido similar para ciertos núcleos urbanos de la costa que vieron en el siglo pasado cómo de ser un pueblo de pescadores se convertían en un lugar de veraneo, y en éste cómo pasaban a ser durante dos meses en el año centro metropolitano de una comarca con una población similar a la de una ciudad de tamaño medio.

Ese proceso ha marcado de forma indeleble la morfología urbana de esos núcleos urbanos. El crecimiento espectacular de los meses veraniegos se da sin unas infraestructuras adecuadas, sin equipamientos, mientras la actividad comercial hace extinguirse cualquier otra función socioeconómica.

Quedan así los núcleos costeros como conjuntos en los que ciertos espacios y edificios mantienen un cierto interés arquitectónico y urbano, generalmente sumergidos en un crecimiento que ha desbordado cualquier racional relación entre arquitectura antigua y nueva, entre ciudad y territorio.

### **El mar como presencia: construcciones agrícolas y mineras.**

Hemos hasta este momento analizado aquellas construcciones que poseen una cierta relación con el mar, en el que encuentran su origen y su razón de ser. Hay no obstante otros tipos de arquitectura que no nacen de su situación marina pero que frecuentemente se presentan vistiéndolo y armonizando con el paisaje de nuestras costas.

Determinadas construcciones agrícolas como los molinos de viento, se sitúan con frecuencia en lugares cercanos al litoral, donde llega la brisa marina. En el norte son frecuentes los molinos de mareas, especialmente en Galicia.

Las casas de labranza se encuentran a menudo asomándose al mar. Abandonadas la mayoría, muchas aún mantienen en pie sus construcciones con las cuadras, la almazara, el corral, la vivienda y en ocasiones una torre defensiva.

Finalmente, la arquitectura minera también es un elemento repetido en nuestro litoral. La circunstancia de que muchos yacimientos se encuentren tradicionalmente en la proximidad de las costas, hace frecuente el observar los grandes conjuntos mineros, muchos ya abandonados, junto a las zonas marítimas.

Estos conjuntos abandonados forman parte de nuestro patrimonio arquitectónico más importante del siglo pasado y han operado transformaciones sustanciales de su entorno. Es de esperar que con el desarrollo de la arqueología industrial queden estos conjuntos cuando menos documentados.

## **SITUACION ACTUAL DEL PATRIMONIO LITORAL**

La situación en la que en la actualidad se encuentra el patrimonio arquitectónico marítimo es lamentablemente crítica. Este conjunto de construcciones ha sufrido

en las últimas décadas un grave proceso de descontextualización física y socioeconómica, de manera que la realidad del entorno para el que fue creado ha sido radicalmente modificada.

Dos procesos se superponen para llegar a esta situación. Por una parte existe una evidente alteración física del territorio que se manifiesta en las nuevas construcciones, en las vías de comunicación y en el desequilibrio ecológico que agota las fuentes de recursos marítimos. Todo ello crea una estructura del territorio en la que ya ninguna función tiene gran parte de estas edificaciones.

De forma paralela ha actuado la alteración socioeconómica. Las actividades humanas a las que estaban ligadas las construcciones del patrimonio marítimo han desaparecido o se encuentran en decadencia, por lo que la falta de utilización y la obsolescencia es norma común.

Este conjunto de factores actuando de forma simultánea hace que el mantenimiento y la conservación del patrimonio litoral sea en este momento una labor extremadamente difícil. Aún cuando puede intentarse una protección legal a través de los mecanismos de la Ley del Patrimonio y de los catálogos municipales previstos en la Ley del Suelo, esta protección no resultará nunca eficaz si no se complementa con una utilización real de los inmuebles.

Para plantear una conservación real del patrimonio marítimo, volvamos a las consideraciones que hacíamos al principio de nuestro discurso. En primer lugar, no tiene sentido la conservación del patrimonio arquitectónico litoral si no es en el marco de una conservación integral del entorno natural. El mantenimiento del entorno cultural y natural en las zonas marítimas no sólo es transmitir una herencia histórica, sino poder utilizar unos entornos naturalmente privilegiados.

En segundo lugar el mantenimiento del patrimonio litoral sólo puede plantearse desde un conocimiento del mismo, y tendiendo hacia una utilización. El estudio y la investigación sobre estos tipos de arquitectura tradicionalmente ignorados por la historiografía es necesaria antes que su destrucción sea mayor. Ello nos puede aportar un conocimiento sobre su naturaleza, sus necesidades de conservación y sus posibilidades de reutilización, a través de una catalogación sistemática.

Como resultado de la labor de catalogación puede plantearse una correcta reutilización que asigne usos a aquellos elementos singulares, dotando de esta forma de equipamientos a áreas infradotadas. Paralelamente, mediante programas de rehabilitación de la vivienda, de rehabilitación de los servicios y espacios urbanos y de adecuación de las infraestructuras puede mejorarse el entorno de muchos núcleos costeros. Todo ello planificado a través de los instrumentos de planeamiento urbanístico.

Con ello llegamos a la conclusión de que existen instrumentos para la conservación del patrimonio arquitectónico marítimo, entendiéndolo que ellos son siempre la combinación de medidas legales, económicas, sociales y urbanísticas. Si ésto es así, la continuación del deterioro y destrucción del patrimonio litoral sólo puede achacarse al desinterés de los poderes públicos combinado con el olvido y la desidia de un pueblo que no reivindica su patrimonio.



## RESTAURACION Y ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA<sup>1</sup>

Raúl Amitrano Bruno<sup>2</sup>

La arqueología submarina ha experimentado en los últimos años un gran desarrollo y expansión en todo el mundo, incluido nuestro país. Esto ha traído aparejados una serie de problemas de conservación y restauración del material que se extrae, cuyas peculiares características hacen que se vea como necesidad urgente la aparición en escena de un nuevo especialista: aquel que se dedique al mantenimiento de las condiciones idóneas hasta que los objetos lleguen al laboratorio de conservación y restauración y sean sometidos a los tratamientos pertinentes.

Este escrito, por lo tanto, no abundará en aquellos tratamientos de laboratorio destinados a "reintegrar" el objeto en un medio ambiente (aire) del que estuvo alejado durante mucho tiempo. Por el contrario, nos limitaremos a exponer, de manera simple y fácil de llevar a la práctica, todas aquellas operaciones preventivas que deben realizarse en el momento en que la pieza es extraída del lecho subacuático, tendientes a evitar los bruscos cambios de ecosistema que son, en la mayoría de los casos, los causantes de los mayores daños.

Nos parece fundamental, en todos los casos, que aquellas personas íntimamente relacionadas con la arqueología submarina, entiendan este problema y tomen las debidas precauciones para superar el crítico paso del objeto desde las profundidades del mar hasta el laboratorio de restauración.

### PROBLEMAS ETICOS

Es ya conocida la frase "excavación sin conservación es vandalismo". Muchos de los objetos que podemos encontrar en una excavación subacuática presentan, aparentemente, un excelente estado de conservación. Sin embargo, como ya hemos dicho, se trata de un estado latente e inestable que puede degenerar en una destrucción total e irreversible del objeto si no tratamos de prolongar, durante cierto tiempo y fuera del agua, las condiciones que lo rodearon mientras permaneció inmerso en ella. Por lo tanto, a la hora de decidir o no la extracción de un hallazgo, debemos plantearnos una serie de cuestiones éticas. Si bien algunos pequeños objetos (como los vidrios, cerámica y algunos metales) pueden ser extraídos sin demasiados problemas y ser conservados si contamos con una mínima infraestructura capaz de

---

<sup>1</sup> Este escrito está basado, principalmente, en los trabajos de C. PEARSON y W. ROBINSON que se citan en la bibliografía.

<sup>2</sup> Escuela de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Madrid.

brindarles los "primeros auxilios", otras piezas de gran tamaño no deben moverse si no contamos con todas las garantías de que podremos conservarlas sin peligro para su integridad. Por lo tanto, la extracción o no de un hallazgo debe estar condicionada a un análisis previo que nos permita clarificar los siguientes puntos:

- En primer lugar asegurarnos que contamos con los medios suficientes para poder almacenar los hallazgos y mantenerlos en buenas condiciones hasta que comience el tratamiento de conservación. Este tiempo de almacenaje puede ser variable, desde unas pocas horas hasta, en algunos casos, meses enteros.

- En segundo lugar, debemos tener concertado de antemano un trato con un laboratorio que esté dispuesto a llevar adelante los tratamientos pertinentes.

- Asimismo, nos plantearemos la posibilidad de extraer un solo objeto representativo de cada serie y dejar el resto "in situ". Recordemos que grandes volúmenes de material extraído crean grandes problemas de almacenaje y mantenimiento.

- Por otra parte, debemos tener en cuenta que algunos materiales se deterioran con más facilidad que otros. Esto puede servir de gran ayuda a la hora de la selección, y por ende, de la conservación y el mantenimiento. Es conveniente, por lo tanto, contar dentro del equipo con una persona experta en la identificación de materiales, aún cuando éstos se hallen cubiertos de concreciones y productos de corrosión.

- Debemos contar también, de manera imprescindible, con un especialista a cargo del cual esté todo aquello relacionado con embalaje, mantenimiento y transporte. Será el encargado de tener a punto las soluciones y baños de preservación, manipular los productos químicos y material de embalaje necesario, así como supervisar el transporte y manipulación de los objetos.

En resumen, una vez sopesados las ventajas e inconvenientes, si llegamos a la conclusión de que no podemos garantizar adecuadamente el buen mantenimiento de un objeto ya fuera del agua, lo más aconsejable es que, una vez ampliamente documentado el hallazgo, pospongamos su extracción hasta contar con los medios adecuados.

## **DETERIORO DE LOS MATERIALES SUMERGIDOS**

En general, podemos decir que el estado de conservación en que podemos hallar los objetos sumergidos es variable, y depende no sólo de las condiciones ambientales que lo rodean sino también de las características intrínsecas de cada material. Con respecto a lo primero, el entorno puede estar formado por agua salada o dulce, y la "cama" sobre la que el objeto descansa, podrá ser arenosa, cenagosa, coralina, etc. Por otra parte es fundamental la protección que el entorno pueda brindarle: así, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más desgaste que aquel otro que se encuentre al abrigo. Así mismo, los objetos que permanecen totalmente enterrados en arena o barro, tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, ya que la total ausencia de oxígeno en el medio en que descansan, retrasará todos los problemas de degradación.

En relación a lo segundo (la composición de cada objeto) las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Algunos de ellos, como los metales (en especial los menos nobles) sufren problemas de corrosión galvánica. Para que ésto se produzca es necesario que dos metales se hallen en contacto e inmersos en una solución que, como el agua marina, sea capaz de conducir electricidad. En este medio, se produce una pila de corrosión en la cual un metal (el menos noble) asume el papel de ánodo (polo negativo) mientras el otro toma el de cátodo (polo positivo). El metal ánodo, por lo tanto, se corroerá con mayor rapidez que si no estuviera en contacto con el cátodo, y este último verá frenada su propia corrosión.

Otros materiales inorgánicos como cerámica, vidrio, piedra, no participan de este tipo de corrosión. Sin embargo, durante su período de inmersión, se saturarán de sales solubles, las cuales, durante un proceso de secado brusco, pueden recrystalizar deteriorando el material que las aloja por un aumento de volumen.

Los materiales orgánicos, por su parte, pueden sufrir serios ataques de organismos marinos así como alterarse profundamente desde el punto de vista de su propia estructura.

En general, podemos decir que todos los materiales alcanzan, durante su tiempo de inmersión, una especie de delicado equilibrio con el medio que los rodea. La brusca ruptura de las condiciones de ese medio será lo que produzca los mayores daños. El modo de prevenir en lo posible estas alteraciones y estos pasos repentinos del ecosistema agua al ecosistema atmósfera, será lo que explicaremos a continuación, dividiendo para mayor comodidad los materiales en dos grupos:

- a) Materiales Orgánicos
- b) Materiales Inorgánicos

y refiriéndonos a cada uno de ellos en particular.

#### **1- Materiales Orgánicos: extracción, primeros auxilios y métodos de mantenimiento.**

Podemos definir como orgánico todo aquel material que procede de un ser vivo. Los materiales orgánicos tienen Carbono en alta proporción, lo cual los hace adecuados para pruebas de datación tales como la del C14. Cualquier material que se destine a este tipo de análisis deberá ser mantenido en agua destilada, libre de fungicidas orgánicos o cualquier otro producto químico que pueda alterar el resultado de la prueba.

Los materiales orgánicos que con mayor frecuencia podemos hallar en excavaciones subacuáticas se dividen básicamente en tres grupos:

- Madera y otras sustancias que participan de sus características, tales como corcho y otros tipos de corteza.
- Otros productos vegetales, tales como textiles, papel, cartón, cuerda, etc.
- Productos animales como hueso, marfil, cuerno, asta, lana, cuero, concha, textiles, etc.

#### **a) Madera**

En el medio marino la madera es atacada por organismos que la taladran, así como por ciertas bacterias y hongos, salvo en ausencia de Oxígeno. La presencia de sales de Cobre también preserva a la madera de estos ataques, ya que los productos de corrosión de este metal resultan tóxicos para muchos microorganismos. En el momento en que un objeto de madera es extraído del mar, puede presentar, aparentemente, un aspecto sano; sin embargo, una cuidadosa observación nos revelará una estructura blanda y a menudo esponjosa. Por lo general, ésto se debe a la destrucción de los componentes celulósicos, los cuales forman la armadura básica de la madera. Esto lleva a que, en el caso de que el objeto se seque tengan lugar importantes contracciones y deformaciones, fenómenos que pueden empezar a manifestarse a los pocos minutos de exposición al aire. Por lo tanto, es fundamental mantener húmeda la madera extraída de las excavaciones subacuáticas.

### **b) Pequeños objetos de madera**

En primer lugar, podemos proceder a un lavado en agua dulce con la adición de un detergente neutro<sup>3</sup>, los restos del cual serán posteriormente eliminados totalmente mediante sucesivos baños en agua limpia. Posteriormente, cada pieza puede introducirse por separado en pequeñas bolsas de polietileno perforadas y con el número de hallazgo claramente visible. Estas bolsas se colocarán a continuación en recipientes mayores, de plástico o algún metal no oxidable que tengan tapadera de ajuste hermético a fin de evitar la evaporación del agua de la solución de mantenimiento que contengan.

En el caso de que se trate de un período de almacenamiento de pocas horas, esta solución podrá estar compuesta simplemente de agua de mar. En caso contrario se recomienda una solución al 2% de ácido bórico-borax<sup>4</sup> en agua dulce (es decir, 14 grs. de ácido bórico y 6 grs. de bórax por litro de agua. Es preferible mezclar los dos productos químicos en seco entre sí antes de diluirlos en el agua).

### **c) Grandes objetos de madera**

Una vez tomada la decisión de extraerlos debemos tener en cuenta la problemática que plantean sus dimensiones a la hora de almacenarlos. Por otra parte las grandes piezas fuera del agua son incapaces, en muchos casos, de soportar su propio peso, ya que les hemos quitado el elemento que hasta ese momento las sustentaba: el agua. Por lo tanto, las precauciones deberán ser tomadas desde el mismo momento de la extracción y las operaciones de embalaje y reforzamiento comenzarán bajo el agua.

En primer lugar, conviene envolver totalmente el objeto en algún material muelle que evite la degradación por abrasión de su superficie. Las planchas de gomaespuma pueden ser muy útiles a tal efecto. El segundo paso consistirá en procurar a la pieza un soporte rígido de tamaño adecuado sobre el cual descansa su peso de manera equilibrada. Es preciso evitar, para la confección de estos soportes, materiales que se pudran o deformen, teniendo en cuenta también que no conviene aumentar excesivamente el peso del conjunto. A pesar de que en algunos casos no tendremos más opción que recurrir a tablonces de madera, las planchas de poliuretano o poliestireno pueden ser ventajosos sustitutos. Llegado el caso, la relativa fragilidad de estos dos últimos materiales puede reforzarse mediante la adición por la parte posterior de un entramado de barras de aluminio.

Una vez instalado sobre este soporte, el objeto podrá ser izado a la superficie y extraído del agua.

El paso siguiente consistirá en saturar el material amortiguador (goma espuma) con la solución de mantenimiento ya especificada para pequeños objetos de madera. Finalmente, para evitar la evaporación y el consiguiente secado del objeto, se envolverá todo el conjunto en una capa de polietileno flexible, adaptándolo bien a toda la superficie del conjunto y se acabará con otra capa de polietileno más fuerte, la cual se sellará de la mejor manera posible a fin de que el objeto se mantenga húmedo en una cámara estanca.

---

<sup>3</sup> Estos productos actúan como agentes tensioactivos, es decir, disminuyen la tensión superficial del agua, permitiendo un mejor lavado, ya que tienden a convertir el barro, normalmente en estado de gel coloidal, en una solución coloidal que cesa de adherirse al objeto. Normalmente se usan marcas como Teepol o Lissapol. En caso de que no conviniera el uso de un producto de este tipo, podremos añadir alcohol al agua de lavado, con lo cual obtendremos también una disminución de la tensión superficial de la misma.

<sup>4</sup> Tetraborato de Sodio. Debe evitarse su contacto con la piel así como su inhalación.



Este método es sólo válido para embalajes temporales. Para largos períodos de almacenaje, las piezas deberán permanecer totalmente sumergidas en tanques de materiales y tamaños adecuados que contengan la solución de mantenimiento ya expresada, la cual debe cubrir el objeto de madera en su totalidad. Si éste tiene tendencia a flotar, se lo lastrará convenientemente a fin de que permanezca sumergido.

Estos recipientes se taparán herméticamente a fin de prevenir la evaporación del agua y la caída de polvo u otras materias extrañas en el baño. Como precaución conviene marcar en las paredes interiores del tanque, el nivel que alcanzaba la solución de mantenimiento en el momento de introducir el objeto; cualquier posible evaporación podrá ser así subsanada. Las tapaderas deben ser opacas a fin de evitar los efectos perjudiciales de la luz.

#### **d) Otros materiales de origen vegetal**

No es frecuente que materiales tales como los textiles, cartón, cuerda, papel, etc., lleguen en buen estado de conservación hasta nosotros, salvo que hayan permanecido rodeados de condiciones muy especiales. Generalmente, al ser extraídos, se deterioran de modo muy rápido, por lo cual su manipulación debe reducirse al mínimo indispensable. No pueden almacenarse durante largos períodos de tiempo y se debe comenzar inmediatamente con sus tratamientos de conservación y restauración.

Debido a su fragilidad, se debe proceder en primer lugar a obtener una buena documentación de estos objetos "in situ", antes de ejercer sobre ellos ningún tipo de manipulación. A la hora de su levantamiento, es aconsejable introducirlos en bandejas o recipientes de plástico fuertes, colocando en el fondo de éstos un lecho de arena sobre el que descansará el objeto; en algunos casos, conviene también cubrirlo de arena totalmente. El recipiente se subirá a la superficie lleno de agua de mar, la cual será inmediatamente reemplazada por una solución de agua dulce sobresaturada de cristales de timol<sup>5</sup>. Todo el conjunto deberá ser sellado dentro de una bolsa de polietileno y preservado totalmente de la luz. Su transporte al laboratorio, insistimos, deberá llevarse a cabo con la mayor urgencia.

#### **e) Productos de origen animal**

##### **Cuerda:**

A menudo se puede hallar en buen estado, conservando incluso parte de su flexibilidad. Sin embargo, durante un secado incontrolado, se volverá quebradizo y encogerá.

Si se encuentra en condiciones de gran fragilidad, se adoptarán las precauciones reseñadas para derivados vegetales. Se almacenará de la misma forma y, si fuese necesario, podrá ser lavado previamente con agua pura y la adición de un detergente neutro.

##### **Hueso, marfil, cuerno, concha, etc.:**

A pesar de proceder del reino animal, son materiales compuestos en gran proporción por sustancias inorgánicas tales como el carbonato de Calcio. Poseen una estructura rígida y porosa que se satura de sales durante su inmersión en agua marina, las cuales, si cristalizan durante el secado, pueden producir grandes daños. Por otra parte, problemas de contracción y fisuramiento, así como las posibles alteraciones estructurales, deben tenerse en cuenta a la hora de su extracción.

Si fuera necesario, pueden lavarse en agua dulce antes de su almacenamiento. Este se hará sumergiendo totalmente las piezas en soluciones sobresaturadas de

---

<sup>5</sup> Deberán manipularse con precaución debido a su toxicidad.

cristales de timol y adoptando todas las precauciones ya reseñadas a fin de evitar evaporación, roturas, etc..

**B- MATERIALES INORGÁNICOS:** extracción, primeros auxilios y métodos de mantenimiento.

**a) Piedra y cerámica**

Se trata de materiales relativamente inertes, sin embargo, pueden hallarse cubiertos de incrustaciones de organismos marinos, algunos de los cuales segregan productos ácidos capaces de atacar materiales calcáreos como algún tipo de piedras. Como ya hemos dicho, estos materiales, además, se saturan de sales solubles durante su período de inmersión, las cuales, al recristalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. Por lo tanto, una de las preocupaciones fundamentales una vez extraídos, será la de mantenerlos húmedos.

Una vez extraídos, pueden ser lavados con agua dulce y cepillos suaves, teniendo especial cuidado con los bordes de fractura, ya que su desgaste puede afectar a la posterior unión de los fragmentos. Las incrustaciones marinas se eliminarán mientras los objetos estén húmedos, bien mediante medios mecánicos o químicos. Tratándose de operaciones delicadas que pueden dañar al objeto tanto en superficie (caso de las limpiezas mecánicas) como en su estructura interna (caso de las limpiezas ácidas que pueden destruir elementos propios de la pieza), conviene dejar esta tarea reservada al especialista y enviar la pieza al laboratorio con todas sus concreciones. Hasta entonces, deberán mantenerse totalmente inmersas en agua, ya sea dulce o de mar<sup>6</sup>.

**b) Vidrio**

Su estado de conservación dependerá de su propia estructura. La liberación o desprendimiento de algunos elementos de la masa vítrea pueden hacer que mientras permanezca húmedo el objeto mantenga sus características de transparencia, mientras que las pierde, opacificando, al secar.

Los vidrios pueden lavarse en agua dulce con la adición de un detergente no iónico. Se mantendrán inmersos en agua dulce (salada si no fuera posible conseguir la primera) hasta su llegada al laboratorio de restauración.

**c) Metales**

**Plomo y peltre:**

El plomo sobrevive relativamente bien en medio marino. Sin embargo, debido a su poca dureza, los objetos pueden hallarse muy deformados. Dependiendo de la ductilidad que el material conserve y teniendo en cuenta los problemas de criterios, estos defectos podrán ser o no subsanados.

El peltre también suele hallarse en buen estado de conservación aunque puede presentar erupciones superficiales, en forma de pequeñas ampollas que en ningún caso deben ser eliminadas<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Es importante, sobre todo si el objeto se ha secado totalmente, no sumergirlo en agua dulce. La presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales tales como vidriados o engobes frágiles. Para el primer baño se recomienda mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un período de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los lavados finales y los tratamientos de desalación se llevarán a cabo con agua desmineralizada.

<sup>7</sup> El peltre es una aleación de Plomo y Estaño y a veces Antimonio.

Luego de un lavado en agua pura y en lo posible hervida estos metales deben secarse perfectamente<sup>8</sup>.

Durante su almacenaje deben evitarse los recipientes de cartón o madera, ya que el plomo y el peltre son fácilmente atacables por ácidos orgánicos que emanan de algunos tipos de pintura, adhesivos o plásticos, así como de algunas maderas (especialmente el roble) y cartones. Por lo tanto, deben envolverse en papel libre de emanaciones ácidas y en envases de poliestireno<sup>9</sup>.

Los secados pueden llevarse a cabo en estufa (a temperaturas relativamente bajas) o con la ayuda de algún producto desecante como el gel de sílice. Si estos procesos no pueden llevarse a cabo en el sitio de la excavación, deberán mantenerse inmersos en agua de mar hasta su traslado al laboratorio<sup>10</sup>.

### **Hierro y concreciones:**

Las concreciones y productos de corrosión que se forman sobre los objetos de hierro durante su inmersión, no son estables cuando se exponen a la atmósfera. En este medio, comienzan a formarse nuevos productos cuyas consecuencias son la aparición de fisuras en superficie, escamaciones y ampollas. Este proceso puede tener lugar en pocos días, por lo cual se aconseja mantener las piezas sumergidas en soluciones inhibitoras.

Si los objetos se nos presentan totalmente cubiertos de concreciones marinas, se aconseja no eliminarlas ya que ayudan a retrasar reacciones de corrosión secundarias.

La solución de mantenimiento indicada para objetos de hierro y concreciones se compone de 5% de carbonato de Sodio en agua de mar o dulce (50 grs. del producto por litro de agua) o bien de 2% de hidróxido de Sodio en agua de mar o dulce (20 grs. del producto indicado por litro de agua)<sup>11</sup>.

Las concreciones amorfas que suelen encontrarse a menudo en yacimientos arqueológicos submarinos, deben ser almacenadas de la misma manera y, en lo posible, examinadas con rayos X.

Se tendrá en cuenta, para los objetos de hierro y las concreciones, todo lo antedicho en cuanto a hermetismo de los envases, preservación del polvo y la luz, etc..

Con respecto a los grandes objetos de hierro, tales como anclas, cañones, etc., deberán envolverse, una vez extraídos, en materiales empapados de la solución inhibitoria (bolsas de arpillera, planchas de goma espuma, etc.) y proceder como con los grandes objetos de madera, teniendo en cuenta que se trata de una solución temporal.

### **Cobre, bronce y latón:**

En medio marino, el cobre y sus aleaciones forman gran variedad de productos de corrosión, sin embargo, es frecuente encontrar objetos en buen estado de conservación. No obstante, este estado puede alterarse rápidamente al ser el objeto expuesto al aire, dando lugar a una desestabilización que generalmente se traduce en

---

<sup>8</sup> Se recomienda el agua desmineralizada recién hervida para el tratamiento de Plomo, ya que de esta manera se elimina en lo posible el CO<sub>2</sub> el cual ataca a este metal formando un bicarbonato.

<sup>9</sup> Entre los adhesivos que deben evitarse en este tipo de embalaje, figura el acetato de polivinilo.

<sup>10</sup> Conviene usar gel de sílice con indicador de Cobalto. Cuando el producto está seco, presenta un color azul intenso, que se va tomando rosa a medida que absorbe humedad. Puede regenerarse mediante su secado en una estufa.

<sup>11</sup> Ambos productos son cáusticos y corrosivos. Debe por lo tanto ser evitado el contacto con la piel y la inhalación de los productos en polvo.

la aparición de focos de cloruro de cobre, de un verde característico y de acción degradante muy activa.

Se aconseja como medida preventiva general no eliminar las concreciones superficiales, especialmente en los casos en que se sospeche que el objeto tiene en superficie un baño de otro metal, como por ejemplo plata.

Para períodos cortos de almacenaje, bastará con mantener el objeto inmerso en agua dulce, o bien de mar si no se dispusiera de la primera. Sin embargo, para tiempos de mantenimiento más largos, deberá prepararse una solución de Benzotriazol al 1% en agua destilada<sup>12</sup>.

Para objetos de gran tamaño, se procederá como ya se ha indicado, utilizando esta vez la solución correspondiente. Luego de permanecer algunas semanas en esta solución, se puede intentar un secado de los objetos; sin embargo, si se notara la aparición de nuevos focos de cloruros, deberán ser devueltos inmediatamente al baño de preservación. Los objetos ya secos deberán ser mantenidos en recipientes herméticos que contengan un producto desecante como el gel de sílice.

#### **Oro:**

El oro puro, sin ningún tipo de aleación, no sufre alteraciones y se encuentra en excelente estado de conservación. Sin embargo, en aleación con cobre, presentará productos de corrosión propios de este metal.

En general, los objetos de oro podrán ser lavados en agua dulce y sometidos a un buen secado. En caso de que los productos de corrosión del cobre sean muy inestables, se procederá según se ha indicado cuando se habló de ese metal.

#### **Plata:**

Se puede hallar formando objetos enteros o bien como baño sobre algún otro metal, lo cual incidirá directamente en su estado de conservación y en las diferentes concreciones y productos de corrosión que podamos hallar en su superficie.

Puede lavarse en agua dulce y secarse, manteniéndola en una atmósfera de baja HR. En caso de que se hallara como baño sobre otro metal, nos abstendremos totalmente de eliminar las concreciones y procederemos según el metal de base de que se trate.

#### **Estaño:**

No es frecuente encontrar objetos compuestos totalmente por este metal, ya que como la plata, suele hallarse en forma de baño sobre otros metales, principalmente hierro, no sólo como efecto decorativo, sino como protección de ese metal contra la corrosión.

Los objetos de estaño pueden lavarse cuidadosamente en agua dulce y almacenarse totalmente secos. En caso de que se hallen sobre otro metal, en forma de baño, se adoptarán las precauciones indicadas para ese metal de base.

### **OBJETOS COMPUESTOS**

Es frecuente hallarse con objetos compuestos de dos o más materiales, lo cual, a la hora de la conservación, crea una serie de problemas especiales. Si hay presencia de materiales orgánicos como hueso o madera, mantendremos el objeto sumergido en las soluciones adecuadas para esos materiales. En todos los casos, sin embargo,

---

<sup>12</sup> El benzotriazol se usará como inhibidor de corrosión. Es muy estable frente a los ácidos y los álcalis, a la oxidación y la reducción.

procuraremos que el objeto pase a manos de un especialista en el menor tiempo posible.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

Para todos los objetos hallados en excavaciones subacuáticas, conviene observar una serie de normas que facilitarán las tareas de extracción y, posteriormente, aquellas otras de conservación y restauración que tendrán lugar en el laboratorio:

- Por razones prácticas, a la hora de almacenarlos en las soluciones de mantenimiento, conviene, siempre que se pueda, extraer los objetos en grupos según el material de que se trate. Es decir, las cerámicas por una parte, los metales por otra, etc..

- Procuraremos contar con la mayor cantidad de productos necesarios en reserva y poder conseguir algún otro que no hubiéramos previsto sin tardanza y fácilmente.

- Algunos de los productos químicos que se emplean en las soluciones de mantenimiento son cáusticos o tóxicos. Por lo tanto, es necesario que una sola persona se encargue de su manejo, control y preparación de las soluciones.

- Deberemos especificar con todo detalle aquellos tratamientos de preservación aplicados al objeto. Esta descripción será remitida con la pieza al laboratorio donde se llevarán a cabo los tratamientos de restauración.

- Deberán, asimismo registrarse todas aquellas circunstancias especiales que rodeen el hallazgo y que se considere puedan contribuir al éxito del posterior tratamiento.

- Los tanques de almacenamiento prolongado deberán tener colocado, en lugar visible, el número de registro del hallazgo, el material de que se trata, el tipo de solución que contiene el depósito y la fecha en que se almacena el objeto.

- Si por algún motivo, tal como la necesidad de proceder a su dibujo o fotografía, debe extraerse un objeto de su baño de mantenimiento, se tratará de que no pierda humedad durante su tiempo de exposición al aire. Esto puede conseguirse mediante la continua y regular vaporización de agua.

- En caso de que no sea estrictamente necesario, nos abstendremos de eliminar las concreciones marinas y los productos de corrosión de la superficie del objeto.

- Deberemos disponer de un mínimo equipo entre el que se cuente:

- \* Un amplio surtido de brocas, pinceles y cepillos de distintas durezas.
- \* Bisturís de hojas intercambiables y surtido de las mismas.
- \* Pinzas y tijeras.
- \* Probetas graduadas para medición de líquidos.
- \* Balanza.
- \* Cubos y cubetas de plástico.
- \* Rótulos y rotuladores resistentes al agua.
- \* Recipientes herméticos.
- \* Cajas de poliestireno con tapadera.
- \* Cinta adhesiva para sellar juntas.
- \* Un gran tanque (por lo menos) para almacenar grandes objetos.
- \* Planchas rígidas de poliuretano expandido o poliestireno, o en su defecto el material para poder fabricarlas<sup>13</sup>.
- \* Planchas de gomaespuma de diferentes grosores.

---

<sup>13</sup> Como marcas comerciales de Poliuretano expandido, podemos citar Urene y Urate, productos que se mezclan en partes iguales al peso y expanden luego de un enérgico batido formando estructuras rígidas y muy livianas.

- \* Polietileno de diferentes gruesos. Para algunos casos son especialmente recomendados los tubos.
- \* Papel tisú libre de ácidos.
- \* Bolsas de papel y polietileno.
- \* Mantas de algodón o arpillera.
- \* Benzotriazol.
- \* Bórax (tetaborato de Sodio).
- \* Ácido bórico.
- \* Desmineralizador de agua.
- \* Gel de sílice con indicador.
- \* Carbonato de Sodio.
- \* Hidróxido de Sodio.
- \* Detergente no iónico.
- \* Cristales de timol.
- \* Guantes protectores de caucho.
- \* Alcohol.
- \* Acetona.

- En caso de duda sobre la naturaleza del material que compone un objeto, deberemos mantenerlo siempre inmerso en agua de mar y proceder rápidamente a la identificación del mismo.

## **TRANSPORTE**

Recordemos finalmente que cada objeto, en su embalaje individual o colectivo, deberá ir acondicionado de tal forma que se eviten en todo momento los roces, choques entre los mismos objetos o las paredes del recipiente, etc.. Para tal fin podemos rellenar los posibles huecos existentes dentro del recipiente de almacenamiento con trozos de goma espuma.

Todas estas precauciones, desde la extracción hasta su envío al laboratorio de restauración van encaminadas principalmente a que el objeto recuperado no sufra más deterioro a partir del momento en que cayó en nuestras manos que aquel que sufrió durante su tiempo de inmersión bajo el agua; por lo tanto, para lograr este fin, todos los cuidados que pongamos en la tarea estarán plenamente justificados.

## **B I B L I O G R A F I A**

**FOTI, G. y NICOSIA, F.**

1981: **I bronzi di Riace**, Fratelli Alinari Editrice, Firenze.

**GONZALEZ PENA, M<sup>a</sup>. L. y RUIZ RIVERO, P.**

1984: "Tratamiento realizado "in situ" para la conservación y restauración de ochenta y ocho piezas de plomo", en **IV Congreso de Conservación de Bienes Culturales**, ICROA, Comité Español del ICOM, Madrid.

**LOPEZ DE ROMA, A.**

1985: "Conservación y tratamiento de maderas extraídas en un medio subacuático", en **La madera en la conservación y restauración del Patrimonio Cultural**, Ministerio de Cultura, Madrid.

**PEARSON, C.**

1981: "Conservation of the underwater heritage", en **Protection of the underwater heritage**, UNESCO, París.

**REES-JONES, S. G.**

1972: "Some aspects of conservation of iron objects from the sea", en **Studies in Conservation** 17, nº 2.

**ROBINSON, W.**

1981: "First aid for marine finds", en **Handbooks in Maritime Archaeology** 2, National Maritime Museum.

**SALDAÑA DE GOUST, C.**

1985: "Consideraciones bibliográficas sobre conservación de maderas empapadas de agua", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, (Cartagena, 1982). Ministerio de Cultura, Madrid.

**V.V.A.A.**

1979: "Conservation of waterlogged wood", en **International Symposium on the Conservation of large objects of waterlogged wood**. Netherlands National Commission for UNESCO.

**V.V.A.A.**

1982: "Conservation of iron", en **Maritime Monographs and reports** nº 53. National Maritime Museum, Greenwich. London.





## TRATAMIENTOS DE CONSERVACION PARA MADERA EMPAPADA DE AGUA

Carmen Pérez de Andres <sup>1</sup>

Las maderas históricas extraídas de un medio subacuático, si bien se conservan, cosa que no suele suceder en el medio terrestre, plantean problemas muy específicos de conservación. El primero es su extracción, pues aunque mantienen su forma original debido al papel de agente de relleno que desempeña el agua, suelen estar muy frágiles y no podrían soportar su propia estructura al sacarlas del agua. Solucionado este problema mediante el empleo de soportes o estructuras de refuerzo, y manteniendo la madera con el grado de humedad que tenía - evitando su secado y pérdida de agua - mediante su inmersión en agua o envolviéndola en materiales que eviten la pérdida de humedad, podremos enfrentarnos al problema de aplicarle un tratamiento de conservación concreto. Para ello lo primero es conocer el material con el que se va a trabajar, es decir, la madera.

### CARACTERISTICAS DE LA MADERA

La madera está constituida por una aglomeración de células tubulares de forma y longitud variables.

Según un corte transversal, y de dentro a fuera, se observan las siguientes capas:

- La *médula* y los radios medulares, que parten de ella.
- El *duramen* con tanino y lignina.
- La *albura* o madera joven, con más savia que se transforma en duramen al ser sustituido el almidón por tanino.
- El *cambium* o capa generatriz, donde se reproducen las células.
- La *corteza*.

Además del corte transversal (perpendicular al eje), la madera se puede cortar longitudinalmente (por el eje), y según un corte tangencial; ésto es importante, pues según el corte la madera al secar se contraerá de forma diferente; la contracción es máxima en sentido tangencial.

En la madera hay distintos tipos de células, cada tipo con una función específica: Las *células vasculares o traqueales* que producen la savia, las *células de sostén*, constituidas por células muertas y lignificadas, de forma alargada y puntiaguda, y las *células de nutrición o reserva*, situadas en los radios medulares y el parénquima.

La composición química de la madera es la siguiente:

- 50 % de Carbono.

---

<sup>1</sup> Museo y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas. Cartagena.

- 6 % de Hidrógeno.
- 44 % de Oxígeno.
- 0.1% de Nitrógeno.
- 0.5% de cenizas.

Aproximadamente la mitad de la madera está formada por celulosa y la otra mitad por lignina, también están presentes en menor proporción Hexosanas y Pentosanas, materias tánicas, colorantes, resinas, albúminas y sales orgánicas.

La *celulosa* es inalterable en un medio seco, pero en un medio húmedo o agua se descompone, tomando color oscuro, pudriéndose y perdiendo sus propiedades resistentes.

La *lignina*, es de color oscuro, dura y frágil, desplaza a la celulosa de la madera y le da rigidez y protección.

## PROPIEDADES DE LA MADERA

### 1ª. Densidad:

En la madera verde oscila entre el 1.40 y el 1.50. La madera es más densa cuanto más agua contiene.

### 2ª. Humedad:

En la madera recién cortada oscila entre el 50 y el 60 %. Por imbibición puede alcanzar hasta 250-300 % o incluso cifras superiores.

El agua que contiene la madera se reparte de la siguiente forma:

- Agua de constitución, inherente a su naturaleza orgánica.
- Agua de saturación, que impregna las paredes de los elementos leñosos.
- Agua libre, absorbida por capilaridad.

Como la madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad según la Humedad Relativa del medio ambiente en que se encuentre, equilibrándose con él.

### 3ª Hinchamiento:

Si el medio ambiente es muy húmedo la madera absorberá mucha agua y se producirá su hinchamiento por imbibición.

La madera puede aumentar de peso entre el 60 y el 150 %, según las especies. Longitudinalmente, su tamaño, apenas varía; transversalmente, su sección puede aumentar del 2.5 al 6 %. La madera aumentará de volumen hasta llegar al llamado *punto de saturación* (20-25 % de agua) y a partir de él, su volumen permanecerá constante aunque siga absorbiendo agua.

### 4ª. Contracción:

Por desecamiento, la madera pierde el agua de imbibición y ve reducido su volumen. Si el secado es lento, la contracción es uniforme y no hay deformaciones, pero si es rápido la madera se contraerá desigualmente.

La contracción es mayor en la albura que en el corazón, originándose tensiones que agrietan y alabean la madera.

### 5ª. Dureza:

La madera será más dura cuantas mas fibras y menos vasos contenga.

### 6ª. Dilatación térmica:

Debido a la elevación de la temperatura la madera experimentará un aumento de volumen.

### 7ª. Duración:

Varía mucho según la clase de madera y el medio en que se encuentre. Las maderas sumergidas en agua dulce se conservan indefinidamente si no hay principios corrosivos que provoquen reacciones y ataquen al tejido leñoso destruyendo su cohesión. Sumergidas en agua salada se conservan bien mientras no sufran la acción hidro-biológica de los moluscos. Enterrada en el suelo, se conserva mejor si el terreno es arcilloso o de arena húmeda; donde peor se conserva es en terreno calizo.

## **ALTERACION DE LA MADERA EMPAPADA DE AGUA**

Los daños ocasionados a la madera sumergida, son el resultado de un ataque combinado del agua, bajo la forma de una acción física y química, y de microorganismos u hongos.

La desaparición por hidrólisis de la celulosa, que representa el 40 % de la madera seca, y de la hemicelulosa, debilita el tejido celular; durante el secado la tensión superficial del agua en los espacios capilares es más fuerte que la resistencia de las paredes celulares degradadas. Los espacios dejados por la celulosa al desaparecer serán ocupados por agua libre, si ésta desapareciera toda la estructura se desmoronaría pues sólo subsiste la lignina (al desaparecer otros componentes) y la madera ha quedado compuesta, en un tanto por ciento elevadísimo, solo de agua.

El grado de humedad de una pieza está en relación directa con su grado de deterioro y será un dato decisivo a la hora de elegir el tratamiento de conservación adecuado.

La finalidad de todos los tratamientos de madera empapada de agua será evitar su desecación, consolidándola con una materia que sustituya al agua en su misión de agente de relleno y sostén y permita posteriormente eliminar el exceso de agua, sin deformaciones ni contracción. También debe preverse un tratamiento que impida la acción de organismos vivos, que destruyan la materia orgánica.

## **TRATAMIENTO DE MADERA EMPAPADA DE AGUA ANTECEDENTES**

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, con los primeros descubrimientos en yacimientos subacuáticos, en el mar y también en agua dulce, comienzan a aplicarse algunos tratamientos compuestos, en su mayor parte, por mezclas de productos naturales.

Victor Gross describe la receta utilizada para la piragua de Wingreis (Lago de Bienne- Suiza):

"A fin de conservar la forma primitiva de la canoa y de impedir su desecación, se ha puesto cuidado en- varios días después de su salida del agua- embeber todas sus caras de aceite de linaza desgrasado caliente, al que después se añadió colofonia y arena para rellenar los intersticios que se producían. Gracias a esta operación, repetida varias veces durante algunos meses, la piragua ha mantenido y conservará su forma primitiva. (V. Gross, Les Protohelvètes, Leipzig, 1883, Pág. 20).

A pesar del optimismo que mostraban ante la eficacia de sus tratamientos, los materiales no han subsistido bien en su mayor parte; también debido, en gran medida, a almacenamientos en condiciones y lugares poco convenientes. Los tratamientos primitivos con aceite de linaza, cera de abeja, resinas o colas naturales no dieron los resultados deseados.

Durante la primera mitad del siglo XX comienzan a sacarse a la luz los primeros navíos en Escandinavia (extraídos en turbera más que en agua). En Noruega se trataron dos navíos con aceite de linaza, trementina y creosota.

A partir de 1930 comienzan a utilizarse los llamados métodos de sustitución, que consisten en cambiar el agua que impregna la madera por otra sustancia que la consolide y permita eliminar el agua.

Los tratamientos empleados en la primera mitad de este siglo son fundamentalmente:

- Secado lento o controlado, es un método simple y poco costoso, bueno para maderas en un excelente estado de conservación. Consiste en secar las piezas lenta y homogéneamente.

- Conservación en un líquido, como agua con formol, glicerina pura, alcohol...

- Deshidratación completada con un revestimiento protector como goma-laca , aceite de linaza...

- Impregnación manteniendo la pieza durante un tiempo prolongado en distintas soluciones: mezclas de aceite, resina de Picea (abeto del Norte), cera y benceno, parafina, etc.

- Tratamiento con Alumbre, comenzará con los anglosajones y Rosemberg. Es una impregnación con sulfato de aluminio y de potasio.

Durante este tiempo se dan muchas soluciones, pero pocos resultados con éxito.

A partir de 1950, cuando empieza la prospección sistemática de las costas mediterráneas, y con la excavación del Grand Conglue, surge un nuevo impulso. Después de 1960, se producen nuevos avances por el desarrollo de la química orgánica, la aparición de nuevos productos sintéticos que reemplazan a los naturales, las impregnaciones al vacío que favorecerán la penetración de los productos, la utilización de rayos infrarrojos, con lo que se consiguen secados homogéneos, y la liofilización. En ésta misma época Brouardel (del Instituto Oceanográfico de París), Christensen (Copenhague), Kramer (Londres) y Vogt (Suiza-Zurich) comienzan a desarrollar el sistema alcohol-resina.

Los métodos más utilizados en esta segunda mitad del siglo XX son:

- Alcohol-éter-resina, bueno para objetos pequeños, pero de coste elevado y peligroso por utilizar materiales inflamables.

- Arigal C, utilizado por Hass en Berna y Ankner. Daba buenos resultados, pero es un método que se ha abandonado por sus aspectos negativos: Sólo se disuelve con reactivos fuertes, tóxicos y costosos, nocivos para la salud y que deterioran las células de la madera. La duración de la vida del producto es corta.

- Lyofix, ha venido a sustituir al Arigal C, es parecido pero menos tóxico, aún se utiliza y se intenta mejorar.

- Polietilenglicol (P.E.G.), muy utilizado para piezas pequeñas y grandes barcos (Wasa). Es un tratamiento que admite muchas posibilidades de aplicación: variando el peso molecular del P.E.G. utilizado, su concentración, el disolvente (agua, butanol terciario, etc...), la duración del tratamiento e, incluso, completando el tratamiento con otro posterior como una liofilización o un secado/controlado.

- Irradiación Gamma, o endurecimiento de una resina por la polimerización mediante la acción de los Rayos Gamma. Buenos resultados en maderas muy degradadas pero es prácticamente irreversible.

- Liofilización. Actualmente parece ser el tratamiento que mejores resultados obtiene; aparte de la gran ventaja que supone el que no aporte ningún elemento extraño a la madera.

- Hay otros tratamientos cuya utilización está menos extendida, como el de la acetona - colofonia, los azúcares (sacarosa), etc.

Antes de pasar a ver más detalladamente los tratamientos de madera empapada de agua, habría que hacer una observación y es que deberíamos plantearnos la posibilidad de obtener reproducciones de las piezas sin extraerlas del agua para evitar su deterioro, siempre que no contemos con los medios necesarios para asegurar una buena extracción y conservación del material.

Esto es lo que han hecho en Parks- Canadá con el buque San Juan, hundido en Red Bay. Para evitar la extracción del buque se ha hecho una reproducción a partir del molde realizado "in situ" con caucho de polisulfuro. Se extendió el caucho sobre una arpillera y se colocó sobre la superficie del barco, poniéndole un peso encima (sacos de arena) para conseguir una mayor superficie de contacto y fidelidad en la reproducción; después se hizo una cama rígida con yeso a la que se colocaron enganches metálicos para luego poder izar todo el conjunto a superficie.

Será necesario, antes de comenzar a aplicar un determinado tratamiento, efectuar algunos exámenes y análisis que nos ayuden a conocer el estado de conservación y

las características del material que vamos a tratar, para poder después aplicar el tratamiento más adecuado:

- Examen con Rayos X, que nos indicará el estado de la madera en toda su extensión, lo que será muy útil, teniendo en cuenta que la madera no es un material homogéneo.

- Análisis botánico para conocer la especie.

- Análisis físico-químico para establecer:

\* La tasa de lignina.

\* La tasa de desecación.

\* El porcentaje de holocelulosa.

\* Azúcares.

\* Contenido en materia mineral.

\* Presencia de micro-organismos y hongos.

\* Contenido de agua.

También es interesante tener los datos del medio en que ha estado: PH, composición del suelo, contenido en sales del agua, temperatura, constantes climatológicas ..., pues su estado de conservación dependerá de las características del mismo.

Deberá efectuarse una limpieza previa al tratamiento de conservación para eliminar los restos de barro, arena, algas... Los lavados deberán hacerse preferiblemente con agua corriente y si es posible desmineralizada.

También se tomarán todos los datos físicos: pesar, medir, dibujar... Otro paso importante es la desalación para eliminar las sales solubles que han impregnado el objeto junto con el agua que lo saturaba; para ello se sumergen las piezas en agua dulce desmineralizada. Con la desalación se consigue mejorar el color final de la madera tratada y se evitan posteriores alteraciones, también mejora la penetración de los productos empleados en el tratamiento.

## **TRATAMIENTOS MAS UTILIZADOS**

### **SECADO CONTROLADO**

Consiste en un secado muy lento, durante el cual la madera se mantiene húmeda continuamente, mientras que se disminuye poco a poco la tasa de Humedad Relativa. Si el secado es lento, la contracción es uniforme y no hay deformaciones. Se comienza con una Humedad Relativa muy elevada, ligeramente inferior al 100% y se va disminuyendo hasta llegar al grado de humedad en el que se quiere estabilizar la madera.

Puede efectuarse después de una impregnación parcial con P.E.G., lo que mejora considerablemente el resultado del secado y las propiedades de la madera tratada.

### **ALUMBRE**

El Alumbre es Sulfato Alumínico-potásico. Se disuelve en caliente en su propia agua de cristalización. La sustitución del agua por la solución de Alumbre debe hacerse a temperatura elevada para mantenerla líquida. Luego, según se va enfriando, la solución cristaliza en el interior.

Las proporciones del tratamiento tradicional son: 2 ó 3 partes de Alumbre, 1 parte de agua y 1 parte de glicerina. Hay que mantener el volumen de agua y la temperatura constantes. Al secar y cristalizar en el interior de la madera la consolida y mantiene su forma.

### **ALCOHOL - ETHER - RESINA**

Consiste en baños sucesivos de sustitución. El baño de alcohol sustituirá el agua que impregna la madera, el baño de eter, sustituirá al alcohol, y finalmente, éste será

sustituido por la resina. La duración del baño de alcohol es de un día por cm<sup>3</sup> del objeto, el baño de eter será de dos días, y la resina se introducirá en último lugar por inmersión o con un vacío parcial.

Se utilizan resinas sintéticas que posteriormente polimerizan por la adición de un catalizador o por pérdida de disolvente.

### **METODO BOUIS**

Este método ha sido utilizado por Jean Bouis para tratar el barco sacado en la ensenada Gerbal en Port Vendres; el tratamiento se ha realizado en Fort Saint Jean, sede de la Direction des Recherches Archeologiques Sous-Marines (DRASM), en Marsella.

El método es el siguiente:

- Lavado con agua dulce.
- Baño de limpieza con agua acidulada (ácido clorhídrico al 5-15 % durante, como mucho, una semana).

- Baño de tratamiento con una solución crómica (dicromato de sodio y óxido de cromo). Durante la aplicación de este baño se controla constantemente el PH, que comienza siendo de 1.5 y acaba en 6-7, es decir, neutro. La solución de cromo precipita en el interior de la madera y la consolida. A continuación se deja secar parcialmente.

- Baño de ácido linoleico o aceite de linaza estabilizado. Tiene una duración de 2 a 5 semanas, pasadas las cuales el objeto se saca del baño y el aceite de linaza sufre una polimerización por oxidación, formando una capa que protege el objeto.

- Finalmente la pieza se deja secar.

La madera queda pesada, oscura y pierde la casi totalidad de su agua de constitución.

### **METODO ARIGAL C (Después LYOFIX)**

El Arigal C es un polímero de melanina y formaldehído. Después de una limpieza y una desalación que durará varios meses, el objeto se mantiene de 3 a 5 días en una solución de Arigal C al 20 %. Se añade a la solución un catalizador y pasados dos días, como máximo, el objeto se extrae del baño. Una vez fuera del baño, se envuelve en celulosa y se introduce en una bolsa de plástico al abrigo del aire. El Arigal C endurecerá progresivamente a una temperatura de unos 60<sup>o</sup> Centígrados, durante más o menos 48 horas; al cabo de las cuales los objetos se desembran y se dejan secar con un control constante.

Después pueden pegarse los fragmentos. No es un buen tratamiento para piezas grandes. La madera se decolora y es un tratamiento irreversible.

### **TRATAMIENTO CON PEG**

Las ceras de polietilenglicol se utilizan como sustancia de relleno para sustituir el agua que satura la madera. Son ceras sintéticas solubles en agua y en alcohol, y con distintos pesos moleculares.

Pueden utilizarse para hacer una consolidación parcial o como protector celular antes de aplicar un tratamiento de liofilización o un secado, y también para sustituir completamente el agua que satura la madera.

En el caso de hacer una impregnación total, el tratamiento puede hacerse en bañeras con circulación de líquido donde se van introduciendo las distintas concentraciones de P.E.G.. Se utiliza una cubeta de acero inoxidable, aislada térmicamente mediante una doble pared que contiene aceite, así se mantiene la temperatura constante con la ayuda de termostatos y un sistema de calentamiento mediante resistencias eléctricas.

Hay que controlar que el P.E.G. no se deposite y que la proporción se mantenga constante. La concentración se va aumentando poco a poco. Es un proceso muy lento; los objetos resultan muy pesados, oscuros y con brillo.

### **POLIMERIZACION CON RAYOS GAMMA**

Se trata de un tratamiento en el que el agua que satura la madera se sustituye por una resina que luego endurece por polimerización radio-química bajo la acción de los Rayos Gamma.

Primero se sustituye el agua por un disolvente, generalmente acetona, finalizando esta fase cuando la proporción del agua en el baño no sobrepasa el 1 %. Se repite el proceso para sustituir el disolvente por la resina, esta fase termina cuando la proporción de disolvente en el baño es inferior al 1%.

La madera empapada de resina se deposita en una cámara de irradiación, donde se le somete a la acción de los rayos gamma emitidos por una fuente de Cobalto 60. Hay que controlar la dosis para que la temperatura no sobrepase los 60º Centígrados, ya que la polimerización es un fenómeno exotérmico.

El resultado es bueno, aunque las piezas quedan muy pesadas.

Es importante utilizar resinas o monómeros cuyos polímeros sean solubles en algún disolvente.

No deja residuos de radioactividad.

### **LIOFILIZACION**

Este tratamiento, es el que se utiliza en el Museo y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas de Cartagena.

La liofilización consiste en la deshidratación total o parcial de una sustancia bajo la acción combinada del frío y del vacío.

La sustancia congelada a baja temperatura (bastante inferior a 0º C.) se somete al vacío y el agua que contiene se elimina por sublimación, pasando del estado sólido al gaseoso sin pasar por la fase líquida. Así se evita la deformación de las células al eliminar la tensión superficial del agua líquida al evaporarse. La madera empapada de agua se deshidrata sin contracción ni pérdida de forma.

La liofilización, al eliminar el agua por medios físicos sin aportar elementos extraños, respeta la estructura física y química de los materiales.

#### **Principios Físicos:**

El primer paso es la *congelación* del producto en cuestión; como el agua llevará una concentración de cuerpos disueltos variable, la temperatura de solidificación será siempre inferior a 0º C. Es conveniente que la congelación no sea muy lenta, entre otras razones, para evitar la pérdida de agua.

Una vez congelado el producto se hará el vacío para proceder a la *sublimación*; teniendo en cuenta que a cada temperatura le corresponde una tensión de vapor por encima de la muestra (por ejemplo: a -20º C. es de 0.8 Torr de presión), en cuanto descendamos en el recinto de liofilización a una presión inferior a la tensión de vapor correspondiente a la temperatura que tenemos, el hielo comenzará a sublimar.

Como la sublimación es un fenómeno endotérmico, es necesario un *aporte de calor* para suministrar la energía suficiente para transformar el hielo en vapor sin causar un reenfriamiento de la pieza y siempre sin alcanzar la temperatura de fusión.

El vapor sublimado es atrapado por una pared fría o *trampa de condensación*, donde se deposita en forma de hielo.

#### **Posibilidad de tratamiento:**

1- Liofilización: Si se quiere evitar la incorporación de productos a la madera, puede optarse por no efectuar ningún tipo de impregnación previa.

Suelen aparecer pequeñas fisuras en las maderas que no han sido previamente impregnadas con crioprotectores, como el Polietilenglicol (P.E.G.), y quedan

demasiado ligeras y frágiles. En este caso puede ser necesaria una consolidación posterior.

2- Liofilización e impregnación previa: Para obtener una protección celular durante la congelación y conseguir al mismo tiempo un efecto consolidante en la madera, se utiliza una impregnación parcial con ceras de polietilenglicol. Pueden utilizarse de bajos pesos moleculares si se quiere proteger las células o de pesos moleculares mas altos si se quiere una consolidación por llenado.

Hay muchas posibilidades de utilización de los distintos P.E.G., solos o en combinación, así como con diferentes disolventes: agua, butanol...

No suelen aparecer fisuras en la madera y ésta queda con mayor consistencia.

3- Liofilización a presión atmosférica: teniendo en cuenta que lo importante en la sublimación no es la presión total en el recinto, sino la presión parcial del vapor de agua, se puede plantear una liofilización a presión atmosférica, siempre y cuando se haga pasar por el recinto un gas seco y a cierta velocidad para que vaya sacando el vapor de agua.

El gas sale cargado de humedad y el vapor se condensa en una pared fría (es lo que se hizo con el barco de La Bourse, en Marsella).

En Canadá se ha hecho incluso al aire libre aprovechando la potencia del clima invernal canadiense.

Cartagena, Agosto, 1987



## B I B L I O G R A F I A

**BARKMAN, L.**

- : "The preservation of the warship WASA. Problems in The Conservation of Waterlogged Wood". Proceedings of Symposium of the National Maritime Museum - Greenwich. W. A. ODDY. **MARITIME MONOGRAPHS AND REPORTS** 16. Pp. 65-105.

**BENGTSSON, SVEN.**

- 1975: "The sails of the Wasa: unfolding, identification and preservation". **IJNAVE** (International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration). Vol.4, n°1, Pp. 27-41.

- 1984: "Les Bois gorgés d'eau étude et conservation". **Actes de la 2ème Conférence du Groupe de travail "Bois gorgés d'eau" de L'ICOM** (International Council of Museums). Grenoble, 28-31 aout.

**CLARKE, R.W. and J.P. SQUIRRELL.**

- 1985: "The Pilodyn, an instrument for assessing the condition of waterlogged wooden objects". **STUDIES IN CONSERVATION. IIC.** London. Vol. 30, n° 4, November. Pp. 177-184.

**CHRISTENSEN, B.B.**

- 1970: **The conservation of waterlogged wood in The National Museum of Denmark.** National Museum of Denmark. Copenhagen.

**GRATTAN, D.W. and McCAWLEY, J.C.**

- 1978: "The potential of the Canadian winter climate for the freeze-drying of degraded waterlogged wood". **STUDIES IN CONSERVATION. IIC.** London. Vol.23, n° 4, November, Pp. 157-168.

**GRATTAN, D.W.; McCAWLEY, J.C. and COOK, C.**

- 1980: "The potential of the Canadian winter climate for the freeze-drying of degraded waterlogged wood. Part II". **STUDIES IN CONSERVATION. IIC.** London. Vol. 25, n° 3, August, Pp. 118-137.

**GRATTAN, D.W.**

- 1982: "A practical comparative study of several treatments for waterlogged wood". **STUDIES IN CONSERVATION.** London. IIC. Vol. 27, n° 3, August, Pp. 124-137.

- 1981: **International Symposium on the Conservation of Large objects waterlogged wood.** Netherlands National Commission of UNESCO. La Haya.

**KELLY, J.**

1980: "The construction of a low cost high capacity vacuum freeze-drying system". **STUDIES IN CONSERVATION**. IIC. London. Vol. 25, nº 4, November. Pp. 176-180.

1985: **La madera en la Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural**. Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Subdirección General de Arqueología y Etnología. Madrid.

**MUHLETHALER, B.**

1973: **Conservation of waterlogged wood and wet Leather**. París, Eyrolles.

**MURDOK, L.D.**

1978: "A Stainless steel polyethylenglycol treatment tank for the conservation of waterlogged wood". **STUDIES IN CONSERVATION**. IIC. London. Vol. 23, nº 2, May. Pp. 69-76.

**MURDOK, D.L. and DALEY, T.**

1981: "Polisulfide rubber and its application for recording archaeological ship features in a marine environment". **IJNAVE** (International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration). Vol. 10, nº 4, November. Pp. 337-342.

**MURDOK, L.D. and DALEY, T.**

1982: "Progress report on the use of FMC polysulphide rubber compounds for recording archaeological ships features a marine environment". **IJNAVE** (International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration). Vol. 11, nº 4, November. Pp. 349-352.

**PARRENT, James M.**

1985: "The conservation of Waterlogged wood using sucrose". **STUDIES IN CONSERVATION**. IIC. London. Vol. 30, nº 2, May. Pp. 63-73.

**PEARSON, C.**

1987: **Conservation of marine Archaeological Objects**. Ed. Butterworths. London.

**RAMSEYER, D.**

----: "Comment conserver les bois gorgés d'eau..." **ARCHEOLOGIA**, 216. Dijon. Pp. 66-72.

**SALDAÑA DE GOUST; C.**

1982: "Consideraciones bibliográficas sobre conservación de maderas empapadas de agua". **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**. (Cartagena, 1982).

## APLICACION DEL PEG A LA MADERA PROCEDENTE DE CULIP IV

Anna Jover Armengol<sup>1</sup>

Los materiales de naturaleza orgánica raramente se encuentran en yacimientos terrestres debido a su tendencia a la descomposición y putrefacción, siendo insectos, bacterias, hongos y microorganismos los principales agentes destructores o transformadores de la materia orgánica. Estos materiales sumergidos en agua y debidamente protegidos de los temporales y corrientes marinas por su nuevo entorno, son elementos habituales y característicos en los yacimientos subacuáticos.

Podemos decir del agua que cumple dos funciones bien diferenciadas:

1) de conservación: todos los espacios celulares e intercelulares del tejido vegetal se saturan de agua por efectos de ósmosis, produciéndose en la madera una tendencia al hinchamiento, aunque se mantiene su forma inicial. Es la consecuencia de un proceso de hidratación en el que el agua actúa como factor físico.

2) de deterioración: cuando el agua actúa como factor químico, es decir, cuando los productos de disociación de este elemento se combinan y reaccionan químicamente con los componentes de la madera para dar compuestos más estables y por tanto alterando sus propiedades iniciales. Estos son procesos de hidrólisis que afectan a los componentes principales del tejido leñoso: la celulosa y las hemicelulosas, que son los que confieren fuerza mecánica a las estructuras celulares. La lignina, que es el tercer componente en importancia, queda prácticamente inalterada.

Haciendo una valoración global de la acción del agua, vemos que los materiales orgánicos recuperados del fondo marino, aparentemente conservan su forma original, su aspecto, quizás su tonalidad es más oscura,... pero estructuralmente, aunque la redícula celular se pueda identificar al microscopio, no es capaz de realizar su función de tejido de soporte del edificio celular, pues ha sufrido alteraciones importantes y por tanto sus propiedades han variado.

Otros factores causantes de la deterioración de la madera son la luz, oxígeno, sales disueltas en el agua, acción abrasiva de la arena del fondo, crecimientos marinos,... pero muy especialmente el teredo. *Teredo navalis*, molusco lamelibranquio que se alimenta de celulosa, excavando galerías en la madera recubriéndolas de una concreción tubular calcárea. Estos moluscos son aeróbicos, desarrollándose y viviendo pues en aguas ventiladas y oxigenadas.

En el caso de Culip IV, pecio de época romana excavado en Cala Culip, cerca del Cap de Creus, Girona, después del hundimiento y por encima de él, creció un prado de posidonias que a lo largo de los años fue cubriendo el yacimiento,

---

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Arqueológicas de Girona.

engrosándose la capa de raíces de posidonias. Esta, actuaba como aislante entre el yacimiento y el medio marino dificultando el intercambio de oxígeno y protegiendo el hundimiento de los cambios externos: corrientes marinas, acción de la luz, cambios bruscos de temperatura, abrasión de la arena del fondo,...la destrucción por el teredo queda anulada en estas condiciones y es por ello que se ha conservado la madera del barco Culip IV. Sin embargo, y debido a las características peculiares de este naufragio, al quedar el casco de la embarcación invertido y cubriendo el cargamento, a pocos metros de profundidad, estuvo expuesto al oleaje y al desplazamiento de la arena del fondo, por lo que probablemente desapareciera antes de que los crecimientos de posidonias pudieran cubrirle y protegerle. Se hallaron tan solo unos fragmentos de cuadernas y trozos del forro que quedaron aprisionados entre la carga y que son los únicos vestigios que hemos podido recuperar.

La mayoría de los objetos arqueológicos rescatados del mar, presentan problemas desde el momento de su extracción.

En el momento del naufragio se inicia un proceso de intercambio químico entre los materiales constituyentes de los objetos y el nuevo medio, tendente a la formación de compuestos más estables. Se modifican las estructuras iniciándose un proceso de deterioración y se consigue un equilibrio, siempre que no existan factores externos entre pecio y medio, entre un material deteriorado, cambiado químicamente y estable, con el medio acuoso. Esta deterioración implica unos cambios estructurales en los que el agua juega un papel importante, llenando espacios celulares, en el caso de materiales de origen orgánico.

En el momento de sacar los objetos fuera del agua, se reinicia un proceso de intercambio con el nuevo medio, la atmósfera, pero a partir de materiales ya deteriorados y las consecuencias de esta nueva adaptación pueden ser desastrosas: los objetos pasarán de un medio acuoso a un medio con un 25-30 % de contenido en agua, por tanto cederán el exceso de agua a la atmósfera hasta conseguir el equilibrio, reteniendo solamente este 25-30 % de agua.

Al entrar en contacto con la atmósfera, las maderas saturadas de agua cederán este agua de forma rápida y violenta. El paso de éstas moléculas a través de estructuras y membranas muy deterioradas implica fuerzas de tensión superficial que acabarán dañando irreversiblemente el tejido leñoso.

Cuando esto sucede, la madera se encoge, agrieta, sufre torsiones,... Al mismo tiempo, al disminuir considerablemente la concentración de agua, las sales disueltas en ella cristalizarán dentro de las estructuras celulares propiciando una ruptura de las mismas. Los resultados son más nocivos cuanto más rápido sea este secado.

Después de lo expuesto hasta ahora y pasando al tema de la conservación es obvio que tienen que aplicarse las medidas necesarias para evitar la pérdida incontrolada del exceso de agua que contienen las maderas saturadas en agua, cuando se recuperan de una excavación subacuática. Para ello es imprescindible mantenerlas en un ambiente de saturación hasta que no se les pueda aplicar un tratamiento específico en el laboratorio. En la práctica, basta con sumergirlas en agua, haciendo cambios periódicos del agua del baño en el que están, para evitar posibles crecimientos de hongos.

Se recomienda usar agua del grifo para mantener el grado de saturación y al mismo tiempo ir eliminando las sales marinas.

## **LIMPIEZA**

Es aconsejable hacer una limpieza de las maderas, y eliminar el posible lodo, algas, arena, restos de conchas marinas,...que pueden ser focos de crecimiento de microorganismos y pueden afectar al material objeto de estudio.

Hay que tener en cuenta que las maderas empapadas son poco consistentes, blandas y frágiles. Para su manipulación se usarán soportes rígidos, siempre que su

estado lo requiera y no podrán soportar pesos por lo que durante su almacenamiento y desalado hay que procurar evitar una superposición excesiva. Cualquier objeto duro o cortante puede dañar las superficies de modo irreversible.

Para su limpieza, se usan útiles de naturaleza más blanda que la del material que estamos tratando para evitar hacer muescas o perforaciones superficiales. Se utilizan pinceles de fibras vegetales blandos, de distintos grosores para empujar y desplazar todos los residuos que con ayuda de una corriente de agua se irán eliminando.

### **MEDICIONES, DIBUJO, FOTOGRAFIA**

Gracias a la limpieza de las superficies de las maderas, pueden visualizarse detalles que a primera vista pasaron desapercibidos, como pueden ser orificios de clavos desaparecidos, hechas por el maestro de ribera marcas útiles para situar las piezas en el momento de la construcción del barco, adornos en relieve,... Toda esta información es de gran utilidad si se hace un estudio riguroso de arquitectura naval del pecio y conviene tener el mayor número de datos posibles, para conseguir con precisión una aproximación a la realidad. Por medio de dibujos, mediciones, planos y fotografías tendremos a mano, en cualquier momento, toda la información necesaria para el estudio del tipo de construcción empleado, evitando así tener que manipular las maderas, cosa no siempre posible por tamaño y fragilidad, y por la duración de cualquier proceso de conservación.

Durante esta fase de recogida de información, hay que tomar precauciones para evitar desecaciones, aunque sean parciales, de las maderas. Una manera fácil de evitar ésto, es la de mantener los objetos cerca de una fuente de agua, y rociarlos a menudo. Pueden envolverse en plástico para reducir la pérdida de agua a la que tenderán.

### **DESALADO**

Con el desalado se anula la tendencia de las sales disueltas en el agua de mar a cristalizar, en cuanto aumenta su concentración. Si durante el tratamiento a que se someten las maderas, disminuye sensiblemente su contenido en agua, las sales pueden cristalizar dentro de la estructura celular produciendo roturas de membranas y facilitando el desmoronamiento de los parénquimas.

Se mantienen las maderas sumergidas en agua del grifo, con cambios periódicos del agua, controlando la eliminación de cloruros. La velocidad de eliminación de estas sales depende del estado de la madera, de su naturaleza, de su tamaño,... Si se tratan especímenes muy deteriorados se facilitará el intercambio iónico así como si se tratan maderas blandas. Cuanto mayor sea su sección, mayor será la dificultad de intercambio en las partes más alejadas de la corteza.

La presencia de cloruros se determina acidulando ligeramente el agua con unas gotas de ácido Nítrico diluído ( $\text{HNO}_3$  2N) y se agregan unas gotas de Nitrato de Plata ( $\text{Ag NO}_3$  0,1N). En presencia de cloruros se forma un precipitado floculento de Cloruro de plata ( $\text{Ag Cl}$ ) de color blanco.

Se recomienda hacer un blanco con el mismo agua que se ha utilizado durante los lavados, puesto que el agua del grifo contiene cloruros en pequeña proporción. Se trata de un análisis semicuantitativo.

### **IMPREGNACION TOTAL CON PEG EN CALIENTE**

Se trata de un método de sustitución del agua contenida en las maderas por un material de relleno, miscible en agua en todas proporciones, que, en determinadas condiciones, solidifica a temperatura ambiente y concentración elevada. Es un método reversible. Los poli-etilén-glicoles (PEG) son ceras sintéticas de peso molecular variable, de fórmula general:  $\text{HOCH}_2 - (\text{CH}_2 - \text{OCH}_2)_m - \text{CH}_2\text{OH}$ . Su punto de fusión y viscosidad aumentan con el peso molecular mientras su higroscopicidad disminuye.

Conviene escoger un PEG de peso molecular adecuado para conseguir una velocidad grande de penetración en la estructura celular de la madera (Peso molecular menor = mayor velocidad de penetración), y al mismo tiempo un bajo grado de higroscopicidad (Peso molecular menor = mayor higroscopicidad). En nuestro caso, empleamos PEG 4000, basándonos en la experiencia de otros laboratorios y por los resultados obtenidos por ellos.

El tratamiento por impregnación total en PEG necesita un equipamiento específico que hemos diseñado en función de nuestras necesidades y presupuestos. Nos basamos en el modelo de tanque descrito por Murdock (1978, 69-75), realizado en acero inoxidable, aislado térmicamente del exterior y provisto de una bomba de recirculación. El contenido se calienta mediante un baño de aceite que rodea la cuba, calentado por unas resistencias a las que se les ha adaptado un termostato para poder regular la temperatura del interior del baño. Un termómetro de varilla nos permite controlar dicha temperatura. En la parte superior del tanque hay una salida para vapores, graduable (Lám.I.a).

El proceso de impregnación de las maderas empieza con una concentración del 10% de PEG en agua destilada, a una temperatura de 20°C durante unos días. La temperatura se incrementa paulatinamente hasta 60°C, y se mantiene durante todo el proceso. A esta temperatura, el agua de evaporación se va sustituyendo por PEG, a razón de un 1% semanal. En 24 semanas conseguimos una concentración de PEG del 34% y a partir de este punto incrementamos la concentración semanal a un 1,5%, hasta llegar a una concentración del 80% (28 semanas). Por evaporación controlada del agua obtuvimos una concentración del 90%, en un mes, y durante tres meses más, se procedió a la estabilización de las maderas dentro del baño, pero reduciendo el contacto con la solución a unos minutos cada día. Acabado el proceso, se dejaron los objetos de madera fuera del baño, a temperatura ambiente y se procedió a la eliminación en superficie del exceso de PEG. Se trataron luego por inmersión en tricloro-etileno para su decoloración.

Durante todo el proceso se hicieron comprobaciones periódicas de las medidas de las maderas y de la concentración de PEG en el baño.

Al aplicar por primera vez este tratamiento, se pretendía buscar las condiciones standar de tratamiento para tipos diversos de maderas y con distintos grados de deterioración. Por ello, además de las maderas procedentes de Culip IV, se introdujeron en el baño maderas de origen diverso. Se trataron variedades de especies como pino (*halepensis*, *nigra* y *sylvestris*), olivo y roble<sup>2</sup>. La madera más deteriorada tenía un contenido en agua del 423% (en relación a peso seco) pero no se pudo determinar el contenido en agua de la menos afectada, por tratarse de una pieza de gran valor arqueológico y ser, la determinación del contenido en agua, una prueba destructiva (Lám.I.b.).

---

<sup>2</sup> Estudios anatómicos realizados por el Departamento de Maderas del I.N.I.A. (Madrid).

## **B I B L I O G R A F I A**

**CHRISTENSEN, B.B.**

1970: **The conservation of waterlogged wood in National Museum of Denmark, Copenhagen.**

**GOFFER, Z.**

1980: **Archaeological Chemistry, New York.**

**MURDOCK, L.D.**

1978: **"A stainless PEG treatment tank for conservation of waterlogged wood", en Studies in Conservation, p.69-75.**

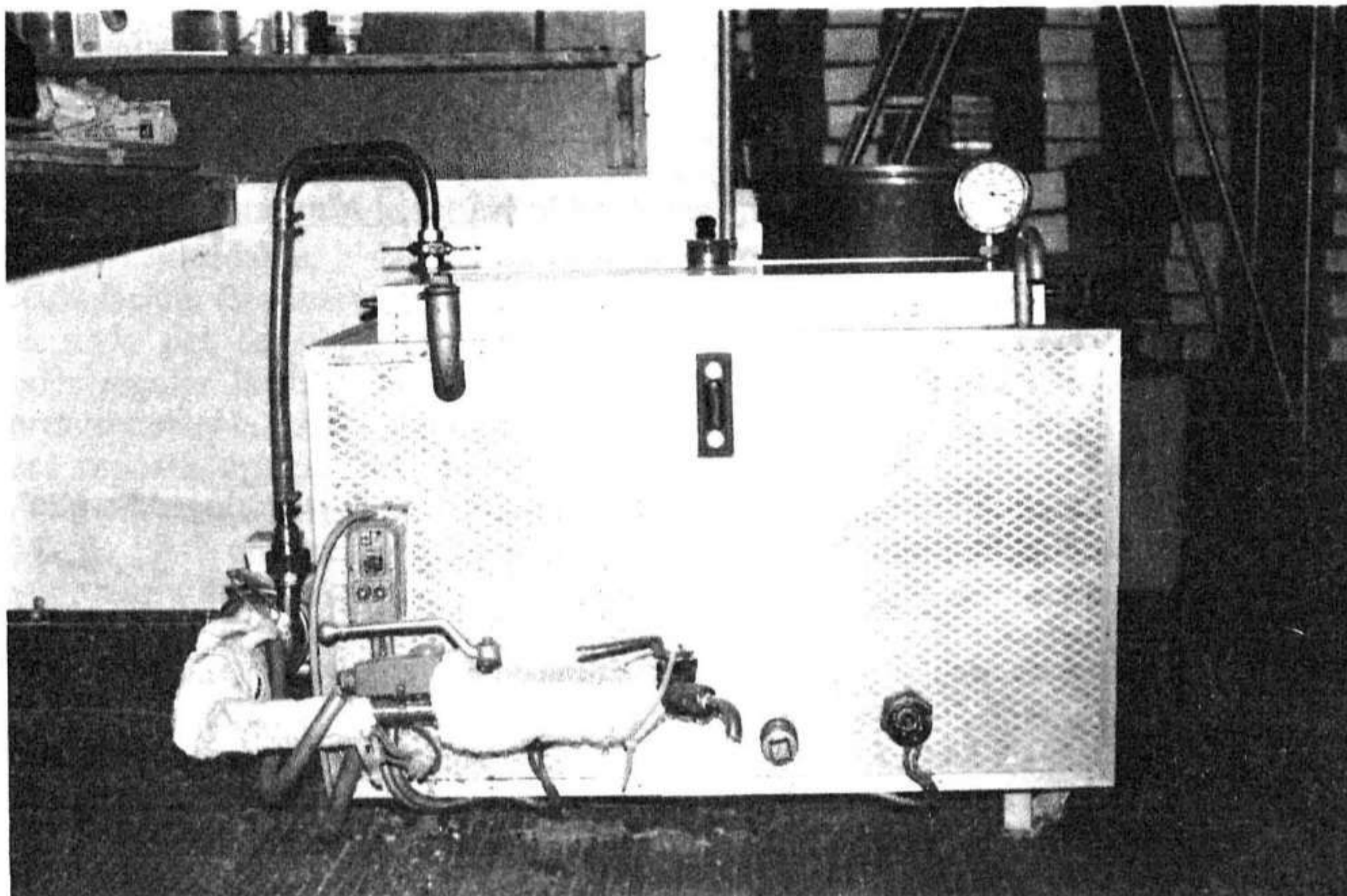
**PEARSON, C.**

1984: **La sauvegarde du patrimoine subaquatique, Paris.**

1981: **"The use of PEG for the treatment of waterlogged wood. It's past and future", en International Symposium on the Conservation of large objects of waterlogged wood.**

**ROBINSON, W.S.**

1981: **First aid for marine finds, Basildon.**



*El tanque de tratamiento con PEG en caliente.*



*Maderas empapadas y tratadas con PEG 4000, después del proceso de impregnación.*



## LOS MUSEOS Y EL PATRIMONIO ARQUEOLOGICO SUBACUATICO

Leticia Azcue y  
Pilar de Navascués<sup>1</sup>

Antes de comenzar la exposición debemos señalar que procuraremos centrarnos en los problemas museológicos y museográficos relacionados con este tipo de patrimonio, teniendo en cuenta que acerca de algunos puntos sólo haremos referencia, ya que van a ser desarrollados por especialistas en la materia en este I Seminario, como por ejemplo temas relativos a la conservación, legislación, restauración, etc. Dada la diversidad de especialidades entre los asistentes, vamos a procurar hacer un comentario de tipo general, que esperamos sea de utilidad.

Al hablar de Museos y Patrimonio Arqueológico Subacuático, es necesario hacer referencia a la Organización Internacional de Museos (ICOM), que se ocupa de canalizar y coordinar la problemática planteada por los museos en todos sus aspectos teóricos y prácticos, reuniendo a profesionales de diferentes partes del mundo para reflexionar, discutir y llegar a conclusiones válidas para todos los Museos.

La última conferencia convocada por el ICOM tuvo lugar en Buenos Aires, del 26 de Octubre al 4 de Noviembre de 1986 con el título "Museo y Patrimonio del futuro: señal de alerta", en el que se reunieron los diferentes comités o secciones de la Organización entre los que cabe señalar, en relación con el tema que nos ocupa, los siguientes: Museos Marítimos, Documentación, Conservación, Educación y Acción Cultural, Arquitectura y Técnicas Museográficas, Arqueología e Historia y Seguridad.

Estos comités hacen llegar a todos los países del mundo miembros del ICOM, las recomendaciones obtenidas tras las reuniones de trabajo sobre cada uno de los campos tratados, aunque como vemos, no existe ninguno específico dedicado al patrimonio subacuático, planteándose sólo temas relacionados indirectamente con los museos de arqueología subacuática.

Sin embargo, y dada la temática común con los Museos Marítimos, hay que señalar la existencia desde 1972 del ICMC, Congreso Internacional de Museos Marítimos, que se reúne periódicamente, y se plantea sobre todo temas de investigación histórica naval, así como el montaje y la presentación de estos Museos. El VI Congreso tendrá lugar en Amsterdam en Septiembre de este año, y la reunión general en Sydney en 1988.

Es importante comentar que el Consejo de Europa, entre los Organismos Internacionales, tiene creado desde 1978 un Comité de expertos de trabajo sobre

---

<sup>1</sup> Dirección de Museos Estatales. Ministerio de Cultura. Madrid.

patrimonio arqueológico subacuático, dedicado especialmente a temas de preservación, que colabora con el ICOM y la UNESCO sólo a nivel de recomendaciones.

Por otra parte, hay que señalar que la publicación que patrocina la UNESCO, la revista MUSEUM (publicada en inglés y francés y, desde hace pocos años, también en castellano) se edita trimestralmente como tribuna internacional de información y reflexión sobre todo tipo de Museos, y ha dedicado un número absolutamente monográfico a "MUSEOS Y PATRIMONIO SUBACUÁTICO" (n.137, vol. XXXV, n.1 de 1983).

En este sentido también es importante destacar la colección de monografías publicadas por la UNESCO, una de las cuales se ha centrado exclusivamente en "la protección del patrimonio subacuático" (París, 1984) e incluye un anexo sobre los Museos relacionados con el mismo, recogiendo la clasificación de Richard F. Harrison en tres categorías:

- 1.- Colecciones de interés internacional de objetos y estructuras de navíos procedentes de yacimientos subacuáticos.
- 2.- Grandes colecciones marítimas temáticas.
- 3.- Colecciones marítimas generales.

Estructura a la que otros autores hacen referencia, pero que lógicamente no es el único planteamiento válido en la materia.

Para empezar es evidente que, si la arqueología subacuática, como faceta relativamente reciente de la arqueología abre diversas vías de investigación, también las abre en el campo de los museos y la instalación de las piezas recuperadas.

De hecho, si la primera investigación sistemática de arqueología subacuática en España data de 1959-60, es también muy reciente el planteamiento de un museo que albergue estos hallazgos. De ahí que el Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Subacuáticas y el Museo Nacional de Arqueología Marítima de Cartagena date solamente de 1980, -inaugurado en 1982-.

La tradición en instalaciones museográficas en este ámbito sólo se refiere a los museos marítimos, cuya problemática tiene mucho en común con los museos de arqueología subacuática. De hecho, los Museos marítimos son los que se han hecho cargo habitualmente de este tipo de patrimonio por su relación con el medio donde ha aparecido.

También hay que pensar que, aunque ahora hablemos de un solo tipo de patrimonio, el arqueológico, el término subacuático nos indica que en muchos casos, no sólo la metodología sino los medios necesarios y el discurso expositivo son *similares para otro tipo de piezas extraídas de los fondos*, a las que a veces será necesario hacer referencia.

En definitiva, las funciones de un Museo de Arqueología Subacuática son las mismas que las de cualquier otro museo, aunque, como luego veremos, sus condicionantes son peculiares. Tal como indica el recién aprobado Reglamento de Museos de Titularidad Estatal y del Sistema Español de Museos (R.D. 620/1987 de 10, de Abril, B.O.E. de 13 de Mayo) estas funciones son las siguientes:

- 1.- La conservación, catalogación, restauración y exhibición ordenada de las colecciones.
- 2.- La investigación en el ámbito de sus colecciones o de su especialidad.
- 3.- La organización periódica de exposiciones científicas y divulgativas acorde con la naturaleza del Museo.
- 4.- La elaboración y publicación de catálogos y monografías de sus fondos.
- 5.- El desarrollo de una actividad didáctica respecto a sus contenidos.
- 6.- Cualquier otra función que en sus normas estatutarias o por disposición legal o reglamentaria se les encomiende.

Evidentemente, si el Museo contiene piezas, y en este caso procedentes de excavaciones subacuáticas, es porque ha reconocido en ellas un valor cultural, y por

lo tanto, el Museo adquiere la responsabilidad de preservar dicho objeto a fin de transmitirlo en las mejores condiciones a las generaciones futuras.

Por tanto, algo evidente pero no siempre practicado, es que si el Museo se crea, es para cumplir las funciones citadas y no para ser meramente un almacén o depósito de piezas, lo que conlleva lógicamente, y como primera medida la fase de conservación, ya que el ambiente acuático, donde la vida biológica es más intensa - como señala Javier Nieto- es particularmente agresivo con los objetos que esconde; realmente pocos materiales pueden resistir, sin modificarse, la acción de factores físicos, químicos y biológicos.

Dado que la excavación destruye el precario equilibrio en que estos fondos se encuentran, si el ambiente al que bruscamente se les cambia tiene en ellos una acción destructiva, ésta se continúa y puede provocar una destrucción total si las condiciones idóneas del Museo no se respetan.

A continuación haremos un recorrido mental por el edificio de un Museo de Arqueología Subacuática, y luego revisaremos sus condiciones idóneas. Aunque pueden parecer elementales muchos de los requisitos que se van a mencionar, es necesario recordarlos todos, porque la práctica ha demostrado que siendo absolutamente básicos, no siempre se tienen en cuenta a la hora de diseñar un museo para que funcione como tal y cumpla así lo establecido por el art. 59.3 de la Ley de Patrimonio Histórico Español, que considera los museos como "instituciones de carácter permanente que adquieren, conservan, comunican y exhiben para fines de estudio, educación y contemplación, conjuntos y colecciones de valor histórico, artístico, científico y técnico o de cualquier otra naturaleza cultural".

Antes que nada hay que tener presente, que el correcto planteamiento del Museo, parte de la base de contar con un buen equipo interdisciplinar de profesionales. Para la elaboración del proyecto museográfico es necesaria una estrecha colaboración entre los diferentes especialistas que, quizá por falta de tradición, no suele funcionar como sería deseable.

Al plantear la memoria del proyecto museográfico, es la colección la que marca la pauta en varios sentidos; tipología, materiales, media de ingresos y previsión de futuro en su ampliación, dimensiones habituales de las piezas y volumen de la colección.

Otros factores que inciden en este proyecto, y que luego analizaremos más detenidamente, son el ámbito geográfico del museo, público al que va destinado, media esperada de visitantes, necesidades habituales de restauración, etc.

La distribución espacial del edificio vendrá marcada en el plano, en sus diferentes plantas donde se indicará la situación geográfica que, dado este tipo de colección, siempre será cercana al mar y lo más próximo posible al yacimiento donde se trabaja. Se establecerá entonces el número de m<sup>2</sup> totales y parciales y las posibilidades de expansión. Se tendrán especialmente en cuenta los problemas de humedades en la cimentación, estructura, materiales y cubiertas, dada la proximidad del mar.

En líneas generales se puede dividir el espacio en tres áreas fundamentales: área pública, área semipública y área privada, y para que esta distribución sea correcta habrá que tener en cuenta las diferentes circulaciones que se producen en el museo (circulación del público, individual o en grupo, circulación de investigadores y de personal del museo y circulación de piezas) que condiciona la distribución de vanos y cerramientos, así como los diferentes accesos públicos y privados.

Vamos a indicar a continuación las pautas mínimas que todo museo de manera ideal debería plantearse, incidiendo más detenidamente en la zona de almacén o sala de reserva o restauración, fundamentales para el tipo de colecciones que nos ocupa.

## **AREA PUBLICA**

Es la zona a la que tienen acceso los visitantes del Museo, es decir:

a) Zona de acogida que idealmente debe comprender un vestíbulo con guardarropa, una conserjería para la venta de entradas, aseos y teléfonos, así como una zona de descanso y a ser posible una tienda de reproducciones, publicaciones, etc., y una pequeña cafetería.

b) Se incluyen también las salas de exposición permanente así como la zona de posible actividad a museo cerrado, es decir, el salón de actos, sala de exposiciones temporales, gabinete didáctico con los talleres infantiles de creatividad.

## **AREA SEMIPUBLICA**

Es esencialmente la zona de investigación, es decir, la biblioteca, fototeca, archivos, etc..., y una posible zona destinada a los Amigos del Museo con sala de reuniones y despacho.

## **AREA PRIVADA**

Se corresponde con las funciones internas del Museo y cuenta con el área de conservadores, dirección y administración y documentación, el área para el personal subalterno, la sala de reservas y almacén, zona de máquinas y mantenimiento, zona de restauración, laboratorios, zona de dibujo y fotografía, área de recepción de piezas, embalaje y desembalaje e idealmente un área de mantenimiento (taller de carpintería, etc.).

El punto de articulación de toda la zona privada es el Registro, por donde han de pasar todas las piezas que ingresan y que salen temporalmente del Museo. Esta zona ha de tener una conexión vertical con las diferentes áreas de la zona privada y la pública a través de un montacargas que permita el desplazamiento de las piezas y un ascensor para las personas.

Los espacios del área privada más condicionados por el material arqueológico subacuático son:

- El almacén o sala de reservas.
- La zona de restauración.

### **Sala de reservas**

Las dimensiones del almacén resultan generalmente insuficientes para albergar este tipo de patrimonio, ya que la mecánica de las excavaciones ocasiona el ingreso repentino de una avalancha de fondos, muchos de ellos de gran formato -ánforas de 1/2 m. de diámetro, etc.-. De hecho, hasta hace muy poco, esta zona era la parte más abandonada de muchos museos, y a veces inexistente.

Existen diferentes sistemas de aprovechamiento del espacio adecuados a los distintos tipos de materiales, compactos, estanterías metálicas, planeros especiales, etc.

Las condiciones de conservación han de ser similares a las de la zona expositiva, y por la acumulación de piezas, es la zona en la que las medidas de seguridad han de ser mayores.

Los problemas principales suelen ser los fenómenos de capilaridad en los muros, ya que los almacenes se ubican normalmente en los sótanos, por lo que es fundamental tomar medidas de precaución, como tener drenado el suelo, etc.

La finalidad principal de unas buenas instalaciones de almacén, además de la conservación de sus piezas, es la búsqueda rápida y eficaz de los objetos y la sistematización ordenada, rigurosa y clara de los mismos.

En relación con la ubicación del almacén, ya existe en Museos de Pintura, una posible localización del mismo fuera del edificio, hecho a tener muy en cuenta si las disponibilidades espaciales del edificio Museo son mínimas.

La disposición de las piezas en la sala de reserva quedará siempre condicionada por los distintos programas educativos y de exposición temporal elaborados por el Museo, ya que habitualmente las piezas utilizadas con fines pedagógicos suelen ser las de menor importancia procedentes de los almacenes.

Los criterios de disposición de los fondos variarán asimismo pudiendo tomarse como pautas:

- Unidad temática o por excavación, que resulta bastante dificultosa.
- Dimensión y tipologías, menos práctica para el investigador pero mucho más ventajosa para el aprovechamiento espacial.

No es necesario recordar que es indispensable contar con carros, grúas, polipastos, etc., para transportar las piezas y moverlas con tal seguridad.

Es importante que se pudiera planificar una sala de reserva visitable, es decir, un área de almacén ordenado al que los investigadores tengan acceso libre, que ya existe en diversos tipos de museos.

La conexión más importante de estas zonas ha de ser con el área de restauración, que tiene también como principal condicionante el del espacio.

### **Zona de restauración**

Las instalaciones básicas serían:

- Un suelo poroso para que no se manche, pudiendo si es posible elegir un terrazo de calidad que no resbale y se limpie fácilmente.

- Las paredes, como un laboratorio cualquiera, deben tener azulejos hasta metro y medio, y nunca pintar con pintura plástica que no absorbe la humedad que se produce en el taller.

- Pilas realmente grandes para lavar por ejemplo ánforas, que suelen colocarse empotradas con espacios cubiertos de azulejos que dan mejor resultado que los laminados de formica, y con grifos combinados.

- En cuanto al suministro de agua, si es una ciudad con agua clorada que corroe, se necesita un equipo de desmineralización, e incluso en los desagües, accesorios de polietileno desmontables que recogen los materiales que no deberían ir por tubería.

No entramos en detallar el material necesario, que es de todos conocido, sólo recordar lo vital que es contar con un laboratorio, o al menos un espacio para la fotografía de la pieza antes y después de haber sido intervenida.

Aunque no profundicemos en el tema de la conservación, es fundamental tener siempre en cuenta el no alterar bruscamente el ambiente que tenía la pieza bajo el agua, por lo que una vez consolidada, se deben cuidar al máximo las condiciones ambientales de su exposición (las vitrinas o las propias salas) y sobre todo, mantener una temperatura y una humedad relativa adecuadas para evitar la reacción de los objetos en ambientes no apropiados.

Los factores que se deben controlar son:

\* Polución atmosférica y humana, para lo que se necesita entre otros filtros secos para la polución gaseosa y filtros de carbono ácido para refrescar el ambiente.

\* Vibraciones, que en casos como los pedestales para los bronce de Riace ya se ha previsto.

\* Ataque biológico y animales.

\* Humedad relativa y temperatura, cuyas medidas han de ser básicamente: 20 y 55% H.R.

Para controlar la estabilidad de estos factores ambientales se utilizan los higrómetros y los psicómetros. Como medios auxiliares para desecar el aire, que es el problema fundamental en este tipo de museos, se emplean los deshumidificadores con reguladores automáticos que aumentan la temperatura y eliminan el vapor de agua, así como la gel de sílice seca que puede absorber vapor de agua hasta el 38% de su peso, y que suele colocarse bajo la vitrina en una bandeja y no necesita personal especializado.

Recordemos, además, que en los temas de conservación es más importante el control de la humedad relativa que la temperatura, ya que en arqueología subacuática abundan materiales que con excesiva humedad se dañan, como bronce cubiertos por cloruros, hierros oxidados o plomo que se destruye. De hecho, para los materiales de madera, es necesario disponer de un microclima húmedo para su conservación.

Ingresa la pieza en el museo, ha de ser debidamente documentada, cumplimentando la ficha de inventario y realizando las fotografías pertinentes que, en su caso, recogerán el proceso de restauración así como los dibujos y la referencia que en la Memoria de excavación se haga a esa pieza en concreto. En base a esta documentación y a la investigación posterior se preparan los textos para la exposición, que luego el gabinete didáctico filtra en términos de concepto y lenguaje para realizar las hojas didácticas.

En función de la publicación en el B.O.E. (20.06, 1987) de la composición y funciones de la Junta Superior de Museos, el tema de inventario y catálogos será revisado para unificar criterios en todos los museos estatales en breve.

En el aspecto expositivo, son las vitrinas los elementos fundamentales. Para facilitar una correcta exposición de las piezas, las vitrinas han de reunir una serie de condiciones que, por desgracia, no siempre suelen cumplir: estabilidad, seguridad, cierre hermético, correcta iluminación, flexibilidad y climatización adecuada. En realidad, se trata de estudiar el espacio de las mismas como si fuera un micromuseo.

Además de las vitrinas, lo más habitual en este tipo de museos es la exposición exenta, dadas las dimensiones de las piezas. En este sentido, se utilizan soportes de hierro siempre protegidos por goma para no dañar a la pieza, o bien a base de sogas adaptadas individualmente a cada pieza expuesta.

Todo montaje ha de ir acompañado por una información gráfica y literaria auxiliar, diseñada al efecto para facilitar la comprensión de lo expuesto, y la asimilación de la idea global que el museo quiere comunicar.

Respecto a la iluminación básica, con frecuencia se utiliza natural y artificial mezclada. En todo caso hay que tomar las precauciones pertinentes a través de filtros (ya sea en salas o en vitrinas) para controlar los efectos de los rayos Infrarrojos y Ultravioletas. El tipo de materiales que habitualmente se maneja en los museos (metales, cerámicos, ...) son, no obstante, los que menos se alteran con la luz. Recordemos que la clasificación más habitual en cuanto a objetos fotodegradables y sensibles y el número de luces adecuado en relación a ellos es:

\* 50 lux para textiles, piel.

\* 150 lux para madera y hueso.

\* 300 lux o más para metales, piedra, vidrio y cerámica.

Por último, señalar que no es posible dar unas pautas únicas para este tipo de museos, sino aplicar en cada caso concreto estos criterios básicos adecuándolos a los condicionantes propios de la colección, el lugar, etc. de que se trate.

Tras estos comentarios comprenderemos cómo no sólo es importante la función de medios para el montaje ideal sino también las posibilidades de expansión del museo y la correcta conservación de los fondos a través de su adecuada instalación ya que, como reconoce Honor Frost, "los museos medianos no siempre disponen de los medios para conservar, ni del personal necesario, ni siquiera del espacio para

recibir el flujo anual de material salvado del agua" (MUSEUM, "Museos sumergidos de las profundidades", p.11). Y ésto sucede porque, según la estructuración antes mencionada para organizar un museo, la proporción habitual es de un 40% área pública, 25% área semipública y 25% área privada, mientras que en un museo de las características que ahora se señalan el área privada debería ser un 40%-35% del total.

Finalizaremos haciendo una referencia a un ejemplar importante entre los escasos museos dedicados a este campo. Se trata del Museo de Arqueología Subacuática de Bodrum, en Turquía, el único museo monográfico de este tema en Europa, que expone los testimonios recuperados de cinco naufragios, expuestos en un castillo restaurado y adaptado a museo.

La exposición, dividida cronológicamente y por materiales, intenta a través de material suplementario -fotos, diagramas, etc.- que el público se conciencie del proceso de excavación así como la utilización original de las piezas rescatadas.

Este ejemplo modélico, y en esencia también el Museo Nacional de Arqueología Submarina de Cartagena, plantean siempre un condicionante: que este tipo de museos tiene un carácter monográfico y que en ellos es fundamental la correcta exposición de los fondos con el uso de medios complementarios, con el fin, sobre todo, de acercar al público un tema para ellos lejano pero a la vez atractivo, tanto en la utilización de esas piezas, su contexto, tipología, etc., como en la forma de extracción de las mismas del medio subacuático.

En resumen, y en definitiva, se plantean en relación con Museos de Arqueología Subacuática tres posibilidades:

- Museos Marítimos o Navales sin personal técnico especializado, que sólo se dedican a la investigación.
- Centros de investigación arqueológica que carecen de un Museo como medio de comunicación con el público.
- Museos Marítimos o de Arqueología Subacuática, que funcionan en colaboración con un Centro de Investigación, como el caso de Haifa (Israel) o el planteamiento del Museo de Cartagena, seguramente el más correcto para aunar esfuerzos conducentes a la obtención de los mejores resultados científicos y expositivos.





**DOCUMENTACION Y ESTUDIOS HISTORICOS**



## CARTOGRAFIA ANTIGUA Y MODERNA

Mercedes Gallardo Abárzuza<sup>1</sup>

En todas las épocas, los hombres han querido conservar memoria de los lugares y direcciones necesarias para sus actividades comerciales. Así encontramos las primeras manifestaciones en tablillas de arcilla, madera o metal.

Ya en Sumeria, junto a la escritura cuneiforme, aparecen largas listas de nombres de lugares, ríos y montañas. Constituyen una especie de itinerarios, bien de expediciones militares o de relaciones comerciales; incluyen el número de días y noches que son necesarios para llegar a cada lugar, e incluso notas o dibujos de las localidades a cruzar.

Hay tablillas de arcilla, del reinado de Sargón, que representan planos a gran escala, donde están indicados ríos, canales, calles y muros.

El Plano de Nippur, ciudad religiosa sumeria (1.000 a.C.), nos muestra el Eufrates, dos canales, el templo principal, dos recintos y la muralla de la ciudad.

El mapa de Babilonia, en el Museo Británico, datado sobre el año 600 a.C., presenta el Oeste en la parte superior, Babilonia en el centro y Asiria a la derecha.

En Egipto encontramos la figura del agrimensor, totalmente necesario para regular la correcta distribución de las tierras tras las anuales crecidas del Nilo.

De los antiguos mapas egipcios podemos hacer referencia al Papiro de Turín, pintado en el año 1.300 a.C.. Representa las colinas entre el Nilo y el Mar Rojo, delimitando las minas de oro y plata y las vías de comunicación de todo el área. Se puede considerar como el primer mapa geológico.

En el libro de los Muertos encontramos representaciones en las que se ilustra la distribución ideal de las tierras en el Reino de Osiris: Es un rectángulo intersectado por canales, utilizan los colores para diferenciar los territorios, así las rutas en azul son las marítimas y en negro las terrestres.

Con los fenicios llegamos a los navegantes por excelencia, como consecuencia de sus inclinaciones comerciales. Los fenicios en su afán de mejorar, aumentar y descubrir nuevas rutas y lugares favorables a sus actividades, recorren los mares incansablemente, e intentan plasmar sus conocimientos utilizando papiros que constituyen verdaderas cartas náuticas. Sus mapas destacaban por la detallada aplicación de conocimientos astronómicos, su aportación fue inestimable para la cartografía griega.

---

<sup>1</sup> Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Delegación de Cádiz.

Anteriormente al 480 a.C., el cartaginés Hannon navegó más allá de las Columnas de Hércules y fundó ciudades para establecimientos cartagineses. Se adentró en el Atlántico y costó Africa hasta Cabo Verde y Guinea.

Son innumerables los periplos o expediciones marítimas que realizan fenicios y cartagineses, conocen el concepto de circunnavegación de un continente, y además de los mapas o cartas sobre papiro utilizan unos "mapas verbales".

Los griegos son los primeros en consolidar el carácter científico de la cartografía. Sus filósofos constituyen un importante eslabón en el avance de los conocimientos cosmográficos.

Diógenes y Anaximandro pueden ser considerados como los primeros cartógrafos.

Hay que destacar la aportación de Eratóstenes, sobre todo su medición de la circunferencia terrestre. También realizó otras mediciones a partir del meridiano de Alejandría. Estudió distintos métodos de representación.

Crates, entre 170 y 160 a.C., ilustra a Homero para lo que emplea una esfera dividida en cuatro masas de tierra separadas por dos cinturones oceánicos.

En el s. I Posidonio realiza estudios de las mareas atlánticas, haciéndolo en Cádiz.

La gran extensión del Imperio de Alejandro Magno favoreció el incremento de las expediciones marítimas y terrestres, tanto por motivos militares como comerciales.

Se llevan a cabo periplos por el Golfo Pérsico, Océano Indico, Mar Rojo, costas orientales de Africa, costas atlánticas y nórdicas de Europa (Báltico, Orcadas, Shetland...).

Como consecuencia de su gran extensión, Roma se encuentra con problemas y necesidades similares a las del Imperio de Alejandro. Pero la ocupación romana tiene un marcado carácter de dominación que se traduce en una paulatina romanización, por lo que los vínculos entre las provincias y la metrópolis son muy fuertes.

Para mantener su posición el Imperio necesita la mayor información posible sobre las características de sus territorios (configuración geográfica, agricultura, ganadería, minería, comunicaciones terrestres y marítimas...).

Son documentos a destacar:

-Tabla Peutingeriana, mapa del mundo romano.

-Pergamino de Dura, mapa pintado en el que aparece la región del Mar Negro y Golfo Pérsico.

-Vasos de Vicarello o Vasos Apolinales, son cuatro vasos de plata en los que está grabado un itinerario de Cádiz a Roma, detallando nombres de lugares y sus distancias.

-El Itinerario Antonino, lo constituye una relación de distintas rutas y sus ramificaciones. Distingue entre unas rutas terrestres y otras marítimas.

Julio César en el 44 a.C., mandó realizar un mapamundi.

Arriano insiste en la importancia que tiene el conocimiento de los territorios para el control militar y el gobierno de las provincias.

Entre importantes eruditos del mundo romano, como Avieno, Pomponio Mela, Plinio el Viejo, Arriano, Marinus de Tiro, etc., hay que destacar la figura de Ptolomeo, por la repercusión que tendrán sus teorías durante siglos.

La combinación práctica de las teorías griegas y romanas dan lugar a un importante progreso en el estudio matemático de la Cartografía. Este progreso está asociado a centros científicos del Mediterráneo oriental, especialmente a Alejandría.

Precisamente es en esta ciudad donde vive Ptolomeo. De sus aportaciones al avance de la ciencia podríamos destacar:

-La realización de observaciones astronómicas y la confección de un catálogo de las estrellas conocidas, así como sus coordenadas.

-Idea y construye una esfera oscura con anillos metálicos giratorios para representar las estrellas.

-El define la tierra como esférica y centro del universo.

-Siente una especial preocupación por los sistemas de proyección.

Critica la proyección ortogonal de Marinus, y defiende la representación de la tierra en una superficie plana con proyección cónica. Pero este primer sistema, con meridianos convergentes en el Polo Norte, le parece incompleto por las deformaciones que se producen, así que introduce un segundo sistema más complicado y completo.

En la Edad Media las representaciones normalmente son circulares u ovals y el centro de estos mapas suele ser Jerusalén, el Monte Sinaí o Roma. Las escalas utilizadas son erróneas y las líneas de costa de Europa inexactas.

Es al final de la Edad Media, entre los siglos XIII y XIV, cuando se produce el primer gran paso en la historia de la Cartografía al generalizarse la utilización de la brújula -traída por los árabes de Extremo Oriente-. Esta innovación da lugar a la realización de cartas, construidas a base de rumbos de rosas de los vientos, que tienen un sistema fundamentalmente práctico y que resultaron lo bastante exactas y eficaces como para obtener un importante rendimiento en su utilización desde el siglo XV al XVI.

Los maestros de la época fueron los cartógrafos italianos de Pisa, Génova, Venecia y Sicilia, así como los catalanes y mallorquines.

En el siglo XV las escuelas catalana y mallorquina desplazan a la italiana, ostentando la primacía del progreso cartográfico de la época. El primer documento notable que conocemos de la cartografía mallorquina es la Carta de Angelino Dulcert, de 1.339, hecha en Mallorca (Biblioteca Nacional de París), en la que se encuentran recogidos todos los conocimientos geográficos y cartográficos del momento.

Hacia finales del siglo XIV aparecen las figuras fundamentales de la escuela mallorquina: Abraham y Jadufa Cresques, padre e hijo. Abraham Cresques es el autor del Gran Atlas Catalán de 1.375, que comprende desde las costas españolas y africanas hasta el litoral de China; contiene datos cosmográficos, de navegación, representaciones cartográficas, los conocimientos geográficos más recientes y detalles etnográficos, históricos, de leyendas y relativos a las ciencias naturales, siendo Jerusalén el centro del mapa. Jadufa continuó la obra de su padre, pero en 1.391 y como consecuencia de una ola de antisemitismo ha de cambiar de nombre -Jaime Rives- y expatriarse a Portugal, donde pasa a dirigir la escuela náutica de Sagres, por indicación del Infante don Enrique.

El mérito de los cartógrafos catalanes y mallorquines radicó en la destreza con que emplearon las mejores fuentes contemporáneas para modificar la imagen tradicional del mundo, eliminando las fábulas mantenidas durante siglos y anticipando los grandes logros del Renacimiento.

A partir de los descubrimientos españoles y portugueses de los siglos XV y XVI, se produce un cambio importante en la concepción cartográfica: hasta esta fecha las cartas no dispusieron de escala de latitudes, puesto que los navegantes no la habían necesitado para la navegación de cabotaje por los mares cerrados; pero con la salida a los grandes océanos surgen nuevas necesidades como la fijación de la latitud y la longitud y el encontrar una proyección que permitiera representar una línea de orientación constante por medio de una recta. Al primer problema se le encontró solución definitiva con las aportaciones de Galileo, Huygens y Harrison; mientras que el segundo fue solucionado con la proyección de Mercator.

Pero estos descubrimientos significan nuevas necesidades ante la carencia de conocimientos geográficos sobre las nuevas tierras, los nuevos mares y sus rutas.

Fruto de esta situación es la creación en Sevilla de la Casa de la Contratación, donde ocupa un lugar destacado Juan de la Cosa. Allí se inician trabajos científicos, consignando en mapas y cartas los resultados de los grandes descubrimientos geográficos. Otro de los fines primordiales de la Casa de la Contratación es la enseñanza de la náutica a los pilotos y la elaboración de las cartas marítimas de las nuevas tierras y rutas.

La evolución es constante y en el siglo XVII surge el deseo de fijar con exactitud las dimensiones de la tierra y su forma, lo cual es posible gracias al perfeccionamiento de los instrumentos ópticos y del reloj de péndulo, y a la aplicación de las tablas de logaritmos.

También nacen en este siglo la Geodesia -ciencia de la medición de la tierra- y la Hidrografía -ciencia y técnica de la representación de los fondos marinos en las proximidades de las costas-.

Los sextantes resuelven la determinación de la latitud; pero para fijar la longitud se tarda bastante tiempo en lograr una solución. El problema quedará resuelto gracias a la labor realizada por tres destacados personajes: Galileo con el descubrimiento de cuatro satélites de Júpiter; Huygens con el reloj de péndulo compensado y Harrison con el cronómetro náutico.

Pero tras la expansión del quinientos nuestra marina ha sufrido una decadencia que alcanza su máxima gravedad después del combate naval de las Dunas (1.639), que destruyó la escuadra del Atlántico y aniquiló por un siglo el poderío naval español.

Se toma conciencia de la necesidad de impulsar de nuevo la marina y la náutica en general. Falta buques, cartas, pilotos y marinos que tienen que suplirse con portugueses y flamencos.

Para paliar el problema de las tripulaciones se crea el Colegio de San Telmo en Sevilla (1.681). Sus enseñanzas eran gratuitas y de tipo medio, pero sufrieron un descenso de calidad durante el XVIII, quizás debido al traslado de la Casa de la Contratación a Cádiz y a la creación en esta ciudad de la Real Compañía de Caballeros Guardias Marinas (1.717).

Paralelamente a estas iniciativas, para realzar el estudio de las materias geográficas y náuticas, se hizo preciso el actuar a más altos niveles de enseñanza al objeto de preparar un profesorado de élite.

Así, por iniciativa del Marqués de la Ensenada, se destinan a Inglaterra (1.748) a Jorge Juan con Solano y Mora; mientras que los hermanos Ulloa, Enriquí y dos Guardias Marinas más recorren media Europa (1.749-1.751), todos ellos con idénticos fines: visitar arsenales y procurar contratar gente que aplicara los principios de la construcción naval inglesa en nuestros astilleros; adquirir instrumentos y aparatos para mejorar la navegación; así como asimilar el máximo de conocimientos.

A la creación de la Compañía de Guardias Marinas, en Cádiz, sigue la creación en la misma ciudad del Real Observatorio Astronómico (1.752), a iniciativa de Ensenada y Jorge Juan que eran conscientes de la necesidad de perfeccionar la Marina no sólo en cuanto a la construcción de buques sino también en cuanto a los conocimientos que debían poseer los individuos que mandasen dichas naves.

No es difícil comprender que todos estos esfuerzos por lograr un renacimiento científico y la creación de varias instituciones docentes desembocan en una época dorada de los estudios hidrográficos y cartográficos en España, el siglo XVIII, en el que surgen una pléyade de "marinos-científicos".

La labor que realizan estos marinos se traduce en una serie de viajes y expediciones de estudio que ocupan todo el siglo:

- En 1.735 Jorge Juan y Antonio de Ulloa salen de Cádiz para reunirse en Cartagena de Indias con la expedición francesa destinada a medir un arco de

meridiano en el Ecuador. Regresaron a España nueve años más tarde tras haber medido tres arcos en vez de uno.

- En la segunda mitad del siglo XVIII una de las zonas más desconocidas era la América Septentrional; los viajes a ésta parte del continente americano tenían tres objetivos: continuar los descubrimientos en la costa noroeste del virreinato de Nueva España, defender nuestros establecimientos de la penetración extranjera -rusa especialmente- y buscar el paso del Noroeste que comunicara los océanos Atlántico y Pacífico.

- En 1.774 se realiza un viaje en el que sitúan en latitud y longitud varios puntos, entre ellos la Punta de San Esteban, el Surgidero de San Lorenzo y el Cabo Mendocino.

- Al año siguiente se lleva a cabo un nuevo viaje en el que se reconoce el Puerto de San Francisco y se examina la costa desde los 65º N. hacia el Sur. Fruto de este reconocimiento es la rectificación de muchos puntos errados en las cartas anteriores.

- En los años 1.789 y 1.791 el Teniente de Navío Eliza lleva a efecto otras dos expediciones al estrecho de Fuca, en busca del paso del NW.

- En 1.802 envía Godoy una expedición que fija los principales puntos de las costas de Nueva España, en latitud y longitud, con rectificación final de toda la hidrografía de aquellos mares, de forma que se pudieran navegar dichas costas con suficiente seguridad. Prestándose especial atención a la situación de bajos y arrecifes, así como a las derrotas más convenientes.

- En 1.788 se manda una expedición a comprobar la posible existencia de cuatro establecimientos rusos: Nutka a 767 leguas de Acapulco, Príncipe Guillermo, Isla Trinidad y Onalaska.

- En el mismo año Ventura de Barcaiztegui hace unos reconocimientos de Cuba que darían lugar a la primera carta de la zona oriental de dicha isla.

- Con el propósito de levantar el Atlas Marítimo de América Septentrional se organiza una expedición formada por dos divisiones de dos bergantines cada una. La primera examinaría las costas de Luisiana, Florida y México, y todas las islas desde Trinidad hasta Cuba, al mando de Churruca. La segunda recorrería el continente con sus islas adyacentes, desde Trinidad hasta la frontera con Brasil.

- Entre 1.789 y 1.793 tiene lugar una de las expediciones más relevantes de este siglo: la de Alejandro Malaspina. Fue llevada a cabo con las corbetas "Descubierta" y "Atrevida" al mando de Malaspina y Bustamante. Se trata sin duda del viaje mejor preparado y de más altas miras hasta entonces proyectado. La preparación a cargo de Malaspina hizo que éste, personalmente, se ocupara desde la construcción de los navíos idóneos hasta la dieta e indumentaria de los tripulantes, pasando por todos y cada uno de los aspectos intermedios. No se limitó a una expedición más o menos geográfica, sino que quiso estudiar absolutamente todos los aspectos de los mares y tierras visitados, así como las investigaciones sobre el estado político y militar de los territorios de Ultramar y de cuyas averiguaciones -totalmente secretas- no rendiría cuentas más que al gobierno de la nación directamente.

La expedición salió de Cádiz rumbo a Montevideo y de aquí a Maldonado, situando puntos y levantando la carta náutica del Río de la Plata. Siguen a las costas orientales de Patagonia, islas Malvinas y cabo de Hornos, hasta llegar al puerto de San Carlos de Chiloé donde permanecen perfeccionando cartas y realizando observaciones astronómicas.

Se separan ambas corbetas y la "Atrevida" arrumba a Valparaíso para hacer las triangulaciones hasta Santiago. La "Descubierta" permanece en Talcahuano levantando el plano de este puerto y otros para ligar toda la costa con triangulaciones.

En 1.790 se reaviva el tema del paso del NW. al leerse en la Academia de Ciencias de París, el diario de Ferrer Maldonado (1.588) que aseguraba haberlo encontrado. Por este motivo se ordena a Malaspina un nuevo intento en la búsqueda

del ansiado paso. Se parte con la incorporación de las goletas "Sutil" y "Mexicana" al mando de Alcalá Galiano y Valdés. Se visita el puerto de Nutka, cuya longitud fijaron por observaciones astronómicas, para referir todas las demás a ésta por medio de los cronómetros. Tras una intensa y minuciosa exploración de aquellos parajes, y no hallando salida alguna, se dió por terminada la misión y por falsa la unión de los océanos Atlántico y Pacífico a través del estrecho de Fuca. Regresaron a Acapulco y de allí arrumban a las Marshall y Marianas, rectifican la posición de San Bartolomé, reconocen Guam, tocan las Carolinas y arriban a las Filipinas; levantando las cartas de las islas de Luzón, Visayas, Mindoro, Panay, Negros y Mindanao.

Continúan hacia Nueva Zelanda y Australia y desde allí inician el regreso a Cádiz por la ruta del cabo de Hornos.

- El desconocimiento existente del estrecho de Magallanes, debido a su compleja configuración geográfica, propiciaba la utilización de la ruta del cabo de Hornos (más sencilla, aunque más larga) como medio de comunicación entre el Atlántico y el Pacífico. El deseo de ampliar los conocimientos de estas regiones da lugar a que de 1.785 a 1.789 se sucedan las expediciones hasta completar la triangulación de la zona y levantar las cartas de las islas y los derroteros de los puertos.

- El estudio de las costas peninsulares, cuya importancia había puesto de relieve Jorge Juan en 1.751, recae principalmente en las figuras de los Capitanes de Fragata Vicente Tofiño y José Varela.

En 1.776 Varela acompañó a los oficiales de la Marina francesa Borda y Pyusegur en el viaje realizado para levantar las cartas de la costa occidental de Africa, desde cabo Espartel hasta cabo Verde e Islas Canarias. Salieron de Cádiz, determinaron las longitudes de los puntos más importantes y triangularon toda la zona.

Varela elaboró dos cartas de la costa occidental africana: una desde Cádiz a Cabo Bojador y otra desde éste a Cabo Verde, ambas referidas al meridiano que pasa por el Observatorio de Cádiz. Estas cartas, juntamente con las correspondientes a las de las Islas Canarias, se publicaron en 1.787.

El ministro Valdés concibe el proyecto de una campaña destinada a levantar las cartas de nuestras costas, islas de Africa, Mallorca, Menorca e Ibiza así como las Azores o Terceras, cuya realización encarga al Brigadier Tofiño, y al Capitán de Navío Varela el levantamiento de las cartas, siendo encomendada la dirección del grabado, estampación e impresión a Vargas Ponce. Esta gran obra se llevó a cabo de 1.783 a 1.788 y constituyó el Atlas Marítimo de España.

Los buques que tomaron parte fueron la fragata "Santa María Magdalena" y el bergantín "Vivo", formando parte de sus dotaciones los Alfereces de Navío José Espinosa y Tello y Dionisio Alcalá Galiano. Durante los veranos de 1.783, 1.784 y 1.785 se levantan las costas del Mediterráneo, en el de 1.786 las de Portugal y Galicia, en el de 1.787 las de Cantabria y en el de 1.788 las Islas Azores. Siendo la obra más completa e importante confeccionada por nuestra Marina hasta ese momento.

Se hicieron dos ediciones publicadas en 1.787 y 1.789.

El mismo Tofiño y sus colaboradores Espinosa, Alcalá Galiano y Belmonte levantan la carta del Estrecho de Gibraltar, triangulando ambas costas del estrecho y levantando los puertos de Algeciras y Tánger.

El siglo XIX se puede considerar como la consolidación de la Cartografía moderna. La fijación de la latitud y la longitud y la triangulación son ya una realidad indiscutible.

La cartografía del XIX se caracteriza, también por la realización de levantamientos con carácter de empresas nacionales. Los países europeos comienzan a elaborar cartas detalladas de sus territorios, respondiendo fundamentalmente a intereses económicos y militares.

España comienza su topográfico nacional (1:50.000) en 1.875.



Pero a comienzos del siglo XIX España ha vuelto a caer en un periodo de decadencia, auspiciado, entre otros motivos, por el fracaso de Trafalgar (1.805) -que deja en precaria situación a la Armada Española-, las desastrosas secuelas económicas, políticas, culturales y científicas de la guerra napoleónica y la desaparición de una generación de marinos que había alcanzado los más altos niveles científicos.

A pesar de todo vuelve a surgir el espíritu de superación o recuperación y la segunda mitad del siglo es de un claro reestablecimiento.

Se promueven una serie de proyectos como la formación de un Consejo Supremo (para materias de justicia y gobierno), establecimiento de un Curso de Estudios Superiores para dar mayor solidez a la formación científica de los oficiales, la consolidación de la labor realizada por el Depósito Hidrográfico (1.797) y, pese a la escasez de barcos y recursos, se mantienen las Comisiones Hidrográficas de Filipinas y las Antillas.

Desde 1.770 funcionaba el Depósito Hidrográfico, dependiente de la Dirección General de la Armada, pero se vió la necesidad de crear un centro para poder guardar adecuadamente, conservar y reproducir los ejemplares de cartas, planos y datos náuticos procedentes de las distintas expediciones realizadas por los españoles tanto en la Península (Tofiño) como en América y Asia. Por este motivo nació por R.O. del 18 de Diciembre de 1.797 la Dirección de Trabajos Hidrográficos. En la dirección de este establecimiento se sucedieron hombres como Espinosa y Tello, Bauzá, Fernández Navarrete, Lasso de la Vega...

Era labor del Depósito el grabado en planchas de cobre de las cartas levantadas por las Comisiones Hidrográficas, la estampación, las correcciones, redacción de derroteros, etc.

En esta época se impulsó la realización del Atlas de América del Sur (1.828), y el de América del Norte (1.830), así como los derroteros de las Antillas, costas de Tierra Firme y Golfo de México.

Otro de los acontecimientos que marcan la segunda mitad del siglo XIX es la propuesta de Joaquín Gutiérrez de Rubalcaba, Director del Depósito, que en 1.855 pretende la formación de tres Comisiones hidrográficas que trabajen simultáneamente en : Filipinas, Antillas y la Península.

Este proyecto es aprobado en 1.860 cuando se destina el vapor "Piles" a la Comisión Hidrográfica de la Península, y se le concede una dotación formada por oficiales que habían terminado el primer Curso de Estudios Superiores en el Observatorio de Marina. El comandante era el Teniente de Navío Manuel Fernández Coria.

El primer paso para poner en marcha este proyecto fue el encargo a afamados artistas de instrumentos necesarios -heliotropos, un aparato magistral para medir bases, teodolitos, cronómetros...-. El Director del Depósito Hidrográfico, Francisco Chacón y Orta, elabora el proyecto de forma que ha de iniciarse por el Guadiana, y siguiendo las costas atlántica y mediterránea españolas llegan hasta la frontera francesa a fin de enlazar con los trabajos publicados por los franceses.

El método de trabajo habría de ser, en primer lugar, medir una base geodésica en las provincias de Cádiz o Sevilla, para sobre ella apoyar toda una cadena de triángulos geodésicos de primer orden extensiva a Portugal y Francia; a continuación y sobre éstos realizar triángulos de segundo y tercer orden, tomar distancias cenitales recíprocas para determinar las alturas de los vértices sobre el nivel del mar, observar astronómicamente las posiciones geográficas de los vértices principales de la triangulación correspondiente a unos puntos destacados de la costa, levantar hidrográficamente las costas a 1:100.000 y las zonas de más dificultad a 1:50.000, fijar las sondas de costa, formar una memoria descriptiva de ellas y tomar vistas de las mismas.

El ritmo de trabajo de la Comisión es, en su primera época, lento como consecuencia de la inexperiencia de sus miembros en este tipo de trabajos, por la tardanza en recibir los instrumentos adecuados -ya encargados- y también por la situación política que atravesaba el país -sobre todo de 1.868 a 1.875, con el pronunciamiento militar, la proclamación de la Primera República, la insurrección cantonal y la tercera Guerra Carlista-.

En 1.873 se refuerza la Comisión con dos buques auxiliares, para el trabajo parcelario y de sondas, el falucho "Caimán" y el vapor auxiliar "Relámpago".

A partir de estas fechas los trabajos se desarrollan con mayor facilidad: la situación política es más estable, el nuevo jefe de la Comisión -Rafael Pardo de Figueroa- reúne excelentes cualidades; se adquieren nuevos instrumentos de mayor exactitud y hay un trabajo básico y unas mediciones realizadas en los años anteriores que facilitan la labor.

Llegamos a 1.889 habiéndose cartografiado la costa sur atlántica de la Península desde la frontera portuguesa en Huelva hasta el cabo de Creus; se han sucedido una serie de Jefes de Comisión como Fernández Coria, Montojo, Pardo de Figueroa, Gómez Imaz. Y es en este momento cuando se inician los trabajos de las Baleares, donde se trabaja con dos subcomisiones simultáneas, una levanta la hoja y la otra los planos de los puertos.

A mediados de la década de los noventa, y con Luanco Gaviot como Jefe de la Comisión, ésta se traslada al Cantábrico con objeto de completar la costa peninsular.

El último Jefe de la Comisión fue Jacobo Torón Campuzano y con él terminó la organización típica del siglo XIX; ya que en los primeros años del XX se lleva a cabo una reorganización, que aunque mantuvo e incluso incrementó la actividad de las Comisiones Hidrográficas, disolvió el Depósito Hidrográfico, institución que había significado un avance tan importante desde su creación.

## **B I B L I O G R A F I A**

**CAPEL, H.**

1982: **Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII**, Ed. Oikos Tau, Barcelona.

**DILKE, O.A.W.**

1985: **Greek and roman maps**, Cornell University Press Ithaca, New York.

**GONZALEZ GONZALEZ, F.J.**

----: **Don Cecilio Pujazón y el Observatorio de Marina**, Memoria de Licenciatura. Departamento de Historia Contemporánea, Universidad de Cádiz.

**Inventario de mapas, cartas y planos**. Instituto y Observatorio de Marina. San Fernando (Cádiz), 1976.

**JOLY, F.**

1979: **La cartografía**, Ed. Ariel, col. El Cano. Barcelona.

**MORENO DE ALBORAN Y DE REYNA, F.**

1984: **Cartografía y buques hidrógrafos de la Armada Española**, Ed. Bazán, (Edición no comercial).

**RIVERA NOVO, B.**

1984: "Renovación científica de la hidrografía española en el siglo XIX", en **Revista de Historia Naval** Nº 7, Año II, Madrid.

**VIGON, A.M<sup>º</sup>.**

1985: **Guía del Archivo Museo "Don Alvaro de Bazán"**, Madrid.



## APROXIMACION A LA BIBLIOGRAFIA SOBRE ARQUEOLOGIA SUBACUATICA

Juan Pinedo Reyes<sup>1</sup>

El objetivo de esta conferencia es realizar una aproximación, a los nuevos arqueólogos-buceadores, de la bibliografía existente sobre Arqueología Subacuática como paso previo a la realización de estudios e investigaciones en esta ciencia.

El desarrollo de la Arqueología Subacuática es tributario del avance de las técnicas de buceo, especialmente de la invención del equipo autónomo de buceo Cousteau-Gagnan, que abrió, allá por mediados de la década de los 40, al campo de la investigación arqueológica el Patrimonio depositado en nuestra plataforma litoral y aguas interiores (lagos, ríos, embalses,...).

Lamentablemente el desarrollo de las técnicas de buceo ha traído, junto al desarrollo de la Arqueología Subacuática, el saqueo sistemático de los yacimientos hasta el punto de poder decir que la gran mayoría de éstos (entre 0 y 30 mts. de profundidad) sufren hoy en día un diferente grado de expolio, fomentado por las grandes cantidades de dinero en que se valoran las piezas arqueológicas, despreciando el contenido histórico que éstas representan.

En estos 40 años de desarrollo de la Arqueología Subacuática se pueden diferenciar dos fases perfectamente marcadas en un estudio bibliográfico: Una primera, que abarca hasta los años 70 aproximadamente, caracterizada por las recuperaciones sistemáticas de objetos de interés arqueológico; quedaban en tierra los arqueólogos investigando los objetos extraídos del fondo en las prospecciones y excavaciones realizadas durante estos años por los buceadores profesionales, clubes de buceo o aficionados de la Arqueología. Aunque no se pueden considerar estos trabajos como metodológicamente arqueológicos, no dejan de tener su importancia. Estas primeras investigaciones mostraron la abundancia de Patrimonio sumergido, dándose los primeros pasos en la investigación y conservación de los materiales afectados por el medio acuático.

A ésta le sigue una segunda etapa, en la que nos encontramos en la actualidad, caracterizada por la realización de prospecciones y excavaciones subacuáticas en las que los arqueólogos intervienen directamente, tanto dentro como fuera del agua. Esta fase de formación de arqueólogos buceadores, en contraposición al buceador aficionado a la Arqueología, se inauguró en las excavaciones de George Bass en Turquía.

Como consecuencia se comenzará a trabajar con métodos similares a los empleados en yacimientos terrestres, adecuándose al medio acuático. Se recogerán una serie de datos históricos que, en muchos casos, serán complementarios a los

---

<sup>1</sup> Colaborador del C.N.I.A.S.

obtenidos en tierra y, en otros, ofrecerán nuevas aportaciones para el estudio de temas como el tráfico marítimo, la economía... o datos que abren nuevos campos en la investigación como por ejemplo la arquitectura naval.

Como se ha señalado líneas arriba nos encontramos con una ciencia joven, apenas 40 años de existencia, lo que provoca que la bibliografía existente no sea muy amplia. La falta de estudios e investigaciones es todavía grande. Este vacío bibliográfico se acentúa en España, donde el desarrollo de la Arqueología Subacuática ha pasado por grandes altibajos. Actualmente con la celebración de Cursos, Seminarios... en Universidades o Centros de Investigación la Arqueología Subacuática está tomando un gran impulso abriéndose nuevas vías para su desarrollo.

El inicio de un trabajo arqueológico, tanto en tierra como en agua, requiere el conocimiento de la bibliografía existente sobre el tema, como paso previo para afrontar la investigación. Por este motivo se ha incluido en este I Seminario esta aproximación bibliográfica mostrando los trabajos realizados en España, así como las principales líneas de investigación dentro de esta Ciencia.

La aproximación bibliográfica se ha separado en siete temas generales, para ayudar a una rápida localización, que se explican a continuación. Esta recopilación bibliográfica atiende en líneas generales a publicaciones de investigaciones realizadas en España.

## **I. GENERAL**

Incluye obras y artículos generales sobre Arqueología Subacuática cuya lectura sirve para situarnos en el tema. De gran interés este apartado para personas neófitas en esta modalidad arqueológica. Junto al citado tipo de obras se incluyen los Congresos Internacionales de Arqueología Subacuática publicados, Catálogos de exposiciones y libros básicos sobre técnicas de buceo.

**BARCKMAN, L.**

1967: "On resurecting a wreck", en *Statens Sjøhistorisk Museum*, Estocolmo.

**BELTRAN, A.**

1953: "Las excavaciones submarinas y los nuevos problemas de la técnica arqueológica", en *Seminario de Arqueología y Numismática Aragonesa*.

**BLANQUEZ PEREZ, J.**

1982: "Tressors sous marine en l'Espagne", en *Histoire et Arqueologie*, Les Dossiers nº 65, Dijon.

**CASSON, L.**

1959: *Ancient mariners*, New York.

**CLEATON, P. H.**

1973: *Underwater Archaeology*, New York.

**FOERSTER, F.; PASCUAL, R. y BARBERA, J.**

1975: *Introducción en la reglamentación y técnica arqueológica submarina*, Gerona.

**GIANFROTTA, P. G. y POMEY, P.**

1981: *L'Arqueologie sans la mer*.

**IVARS PERELLO, J. y RODRIGUEZ CUEVAS, T.**

1987: *Historia del buceo. Su desarrollo en el España*, Ed. Mediterráneo S.A., Murcia.

**MARTINEZ DIAZ, B. y BLANQUEZ PEREZ, J.**

1980: "Yacimientos bajo las aguas", en *Revista de Arqueología* 8, Madrid.

- MARX, G.**  
1968: **Diving techniques, Western Germany.**
- MUCKELROY, K.**  
1978: **Maritime Archaeology, Cambridge.**
- NIETO PRIETO, F. J.**  
1984: **Introducción a la Arqueología Subacuática, Barcelona.**
- PASCUAL GUASCH, R.**  
1963: "El desarrollo de la Arqueología Submarina", en **Symposium de Prehistoria Peninsular.**
- POMEY, R.**  
1970: **Underwater Archaeology. Treasures Beneath the sea, New York.**
- TAILLEZ, P.**  
1974: **Nuevas exploraciones submarinas, Barcelona.**
- THORCKMORTON, P. et alii**  
1964: **Surveying in underwater Archaeology, London.**
- V.V.A.A.**  
1972: **Underwater Archaeology. A nascent discipline, UNESCO, París.**  
1981: "Protection of the underwater heritage", en **Technical Handbooks of Museums and Monuments 4, UNESCO.**  
1985: **Curso de buceo, Barcelona.**  
1987: **I Curso de Arqueología Subacuática, U.A.M., 1987. Boletín A.A.A., 1988.**  
1988: **La Arqueología Subacuática en España, Ministerio de Cultura.**  
1984: **La sauvegarde du patrimoine subaquatique, UNESCO, París.**  
1985: "La Restauración en España", en **Revista de Arqueología (Monográfico) 47, Madrid.**  
1983: "Museos y Patrimonio Subacuático", en **Museum 137,**  
1958: **Actes du II Congress International D'Arqueologie Sous-Marine, Albenga, 1958. Institut International d'estudes Ligures, Bordighera, 1961.**  
1961: **Actas del III Congreso Internacional de Arqueología Submarina, Barcelona, 1961. Instituto Internacional de Estudios Ligures, Bordighera, 1971.**  
1982: **Actas del VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina, Museo y Centro Nacionales de Investigaciones Arqueológicas Submarinas. Cartagena, 1982. Madrid, 1985.**

## **II. DOCUMENTACION**

Listado de libros, Geografía, Geología marina, Cartografía, Toponimia y documentación en general. Obras de carácter general sobre estas ciencias, ya que la Arqueología es un trabajo interdisciplinar en el que la aplicación de múltiples técnicas ayudan a la investigación y conocimiento de nuestro Patrimonio.

- ALFONSO, F.**  
----: "La nave romana de la estela de Villar de Sarria (Lugo)", **Brigantium.**

- APARICIO PERES, J. y CLIMENT MAÑO, S.**  
1985: "Sobre la pesca en la Edad del Bronce", en **Centro Arqueológico Saguntino.**

- ASIN PALACION, M.  
1984: **Contribución a la toponimia árabe en España.**
- BARKER, P.  
1971: **Techniques of Archaeological Excavation, London.**
- BASS, G. F.  
1965: "The Asherah: A submarine for Archaeology", en **Archaeology** 18.
- BOTELLA Y DE HORNOS, F.  
----: "Apuntes Paleográficos. España y sus antiguos mares", en **Boletín de la Sociedad Geográfica** T. II, XVI y XVII.  
----: "Mapa Hipsométrico de España y Portugal", en **Boletín de la Sociedad Geográfica** XXXI.
- COLOMER, J. M.  
1969: **Cartografía Peninsular siglos XI-XIX, Ed. Montblanc, Granollers.**
- GUILLEN TATO, J.  
1969: "La toponimia en las cartas antiguas", en **Coloquio de Toponimia Cartográfica, Madrid.**
- JOLY, J.  
1979: **La Cartografía, Ed. Ariel.**
- LINDER, E.  
1970: **The maritime text of Ugarit. A study in Late Bronze Age shipping.**
- MONTENEGRO, A.  
1960: **La Toponimia Latina, Enciclopedia Lingüística Hispana I.**
- REBIKOFF, D.  
1955-56: **Underwater photography, New York.**
- TERAN, M.  
1960: **Geografía de España.**
- VERNET, J.  
----: "Influencias musulmanas en el origen de la Cartografía náutica", en **Boletín de la Sociedad Geográfica** LXXXIX.
- V.V.A.A.  
1985: **Actes del I Colloqui D'Arqueologia Romana, Badalona, Monografies Badalonines nº 9, 1987.**  
1926: **XIV Congreso Geológico Internacional, Madrid.**  
1987: **The History of Cartography Vol.I: Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean, Ed. The University of Chicago Press. Chicago & London.**



### III. PROSPECCIONES Y EXCAVACIONES

Resume los principales trabajos de investigación en España, tanto prospecciones sobre zonas concretas o amplias zonas del litoral, como una relación de la bibliografía publicada de los yacimientos excavados en España. Así mismo, se incluye una recopilación de algunos de los principales trabajos de investigación realizados en el extranjero.

No se han incluido los difundidos estudios de G. Bass en Turquía, ni los famosos trabajos como la recuperación del Wasa o las excavaciones del Mary Rose, la Coca de Bremen o los barcos de Roskilde, ya que son mencionados en los libros incluidos en el apartado I, pudiéndose encontrar en ellos bibliografía sobre los mismos.

#### III.a. Prospección

**ALMAGRO GORBEA, M.**

1969:" Hallazgos arqueológicos submarinos en la isla de Ibiza", Separata de **Trabajos de Prehistoria XXVI**, Madrid.

1940: "El hallazgo de la Ría de Huelva y el final de la Edad del Bronce en Occidente", en **Ampurias II**.

**BELEN, M. y FERNANDEZ MIRANDA, M.**

1977: "Arqueología Submarina. Investigaciones en la isla de Menorca", en **Historia 16**.

**BRAVO, J.**

1966: "Arqueología Submarina en Ceuta", en **Noticiario Arqueológico Hispánico X-XI y XII, 1966-1985**.

**CERDA, D.**

1978: "Una nau cartaginesa a Cabrera", en **Fonaments 1, Barcelona**.

**DE LA PEÑA SANTOS, A.**

1984: "Primeras prospecciones arqueológicas subacuáticas en el litoral de la provincia de Pontevedra", en **Pontevedra Arqueológica I**.

**DELGADO BAUDET, J.**

1987: "Arqueología Submarina en Canarias", en **Revista de Arqueología**.

**FERNANDEZ IZQUIERDO, A.**

1980: "Estudio de los restos arqueológicos submarinos en las costas de Castellón", en **Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses nº 7**.

**FERNANDEZ MIRANDA, M.**

1977: "Arqueología Submarina en Menorca. Campaña de 1975", en **XIV Congreso Nacional de Arqueología, Vitoria. Zaragoza, 1977**.

**GARCIA Y BELLIDO, A.**

1975: "Estatua de bronce descubierta en la playa de Pinedo (Valencia)", en **Archivo Español de Arqueología 38**.

**GUERRERO, V. y COLLS, D.**

1982: "Exploraciones arqueológicas submarinas en la bocana del puerto de Cabrera", en **Trabajos del Museo de Mallorca 34**.

1982: "Exploraciones arqueológicas submarinas en la bocana del puerto de Cabrera." Ministerio de Cultura. Dirección General de Bellas Artes. Separata del **Bolletí de la Societat Arqueològica Lul-Liana**.

**HIDALGO CUÑARRO, J. M.**

1982: "Apuntes para la carta Arqueológica de la Ría de Vigo", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Cartagena. Madrid, 1985.

**JAUREGUI, J. J.**

1948: "Exploraciones submarinas en Cartagena y San Pedro del Pinatar", en **Crónica del III Congreso de Arqueología del S.E.**, Murcia. También en **Archivo Español de Arqueología XXI**.

**MARTIN, G.**

1971:" El problema de las Lagunas de Almenara", en **III Congreso Internacional de Arqueología Submarina** Barcelona. Bordighera, 1971.

**MARTIN BUENO, M.**

1973: "Un hallazgo de sigillata hispánica en el Cantábrico", en **Munibe 3-4**.

**MARTIN BUENO, M. y CASADO SOTO, J. L.**

1982: "La Arqueología Subacuática en las costas del Norte y Noroeste peninsular. Estado de la cuestión", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Cartagena. Madrid, 1985.

**MARTIN SALUDES, J.**

1966: "Hallazgos submarinos en la zona del Saler", en **Archivo de Prehistoria Levantina 11**.

**MAS, J.**

1983: "Apéndice sobre hallazgos submarinos", en **XIV Congreso Nacional de Arqueología**, Zaragoza.

**MOCHEGANI CARPANO, C.**

1986: **Archeologia subacquea. Note di viaggio nell'Italia sommersa**, Roma.

**PALLARES SALVADOR, F.**

1964: "Prospecciones con la nave Daino en aguas catalanas", en **Rivista di Studi Liguri XXX**. Bordighera.

1972: "La primera exploración sistemática del Pecio del Sec", en **Rivista di Studi Liguri 3-4**. Bordighera.

**PASCUAL GUASCH, R.**

1981: "Exploración submarina entre Llavanes y Mataró (Barcelona)", en **Ampurias 43**, Barcelona.

1973: "Underwater archaeology in Andalucía", en **I.J.N.A. nº 1, Vol. 2**. London.

**PALOMO PEDRAZA, C.**

1984: "Sistemas y técnicas de prospección submarina y su aplicación a la prospección arqueológica", en **Aulas de Arqueología Submarina, Aulas del Mar**, Cartagena.

**PEREZ CASAS, A.**

1978: "Apuntes para el estudio económico de Almería en época romana: algunos cepos y monedas aparecidos en la costa", en **Cuadernos de Prehistoria de Granada III**.

**RAMIREZ, J. R. y MATEOS, V.**

1982: "La Arqueología Subacuática en la Bahía de Cadiz", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Cartagena. Madrid, 1985.

**RIPOLL, E.**

1961: "Contribución a la carta arqueológica submarina de Cataluña", en **III Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Albenga 1958. Bordighera.

**RODRIGUEZ BIEMPICA, E.**

1984: "Introducción a las técnicas de prospección arqueológica subacuática experimentadas en el litoral pontevedrés durante las campañas 1982-83", en **Pontevedra Arqueológica I**.

**SELEN LOPEZ, F.**

1983: "A problemática de arqueología subacuática en Galicia: Xacementos e os materiais", en **II Seminario de Arqueología del Noroeste**, (Santiago de Compostela, 1980), Madrid.

**VALLESPIN GOMEZ, O.**

1977: "Prospecciones Submarinas en Cadiz. Agosto 1973", en **Noticiario Arqueológico Hispano nº 5**, serie Arqueología, Madrid.

1985: "Carta Arqueológica de La Caleta", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina** (Cartagena, 1982), Madrid.

**V.V.A.A.**

1977: **Arqueología submarina en Menorca**. Fundación Juan March.

**III.b. Excavación**

**BELEN, M.**

1976: "Avance de las excavaciones submarinas en Cales Coves", en **V Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Lipari.

**BELEN, M. y FERNANDEZ MIRANDA, M.**

1979: "El fondeadero de Cales Coves (Alayor, Menorca)", en **Excavaciones Arqueológicas en España 101**.

**BENOIT, F.**

1972: "L'épave du Grand Congloue a Marseille", en **Gallia 20**, 1972.

**CERDA, D.**

1980: "La nave Romano-Republicana de la Colonia de Sant Jordi. Ses Salines (Mallorca)", en **Monografías del Museo de Mallorca**, Palma de Mallorca.

FERNANDEZ MIRANDA, M.

1978: "Estado actual de la Arqueología Submarina en España; El pecio de la Illa del Sec en la bahía de Palma", en **Trabajos de Prehistoria XXVIII**.

1976: "El barco de Binisufuller", en **V Congreso Internacional de Arqueología Submarina, Lipari**.

FERNANDEZ MIRANDA, M. y RODERO RIAZA, A.

1985: "El yacimiento submarino de Favaritx (Menorca, España)", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina, (Cartagena, 1982)**. Madrid.

FOERSTER, F.

1975: "Descripción general de los trabajos realizados en el yacimiento submarino ante Isla Pedrosa", en **Información Arqueológica 8-9**.

1972: "Los Ullastret. Discovery of objects which may be a bilge pump in the wreck in the 1st Century A.D. ship", en **I.J.N.A. 8**.

FOERSTER, F. y PASCUAL, R.

1970: "La nave romana de Sa Nau Perduda (Cabo Bagur, Gerona)", en **R.S.L. XXXVI, nº 13**.

FOERSTER, F.; PASCUAL, R. y BARBERA, J.

1987: **El pecio romano de Palamós, Barcelona**.

GOMEZ BELLARD, C.

1982: "El fondeadero de Es Caná (Santa Eulalia del Río, Ibiza)", en **Saguntum 17**.

GUERRERO, V.; COLLS, D. y MAYET, F.

1987: "Arqueología Submarina: el navío romano de Cabrera III", en **Revista de Arqueología 74**.

JONCHERAY, J. P.

1975: **L'Épave "C" de la Chrétienne, París**.

LAMBOGLIA, N.

1961:" La nave romana di Spargi (La Maddalena). Campagna di Scavo, 1958", en **III Congreso Internazionalane de Archeologia Sottomarina, (Albenga, 1958)**, Bordighera.

1952: "La nave romana di Albenga", en **Rivista di Studi Liguri XVIII**.

MAÑA, J. M. y VILAR SANCHO, B.

1965: "Informe sobre la excavación arqueológica en la Bahía de San Antonio Abad de Ibiza", en **Noticiario Arqueológico Hispano VI, Madrid, 1964 y VII, Madrid, 1965**.

MAS, J.

1969-70: "La nave romana de Punta de Algas", en **Noticiario Arqueológico Hispano XIII-XIV**.

- 1985: "Excavaciones en el yacimiento submarino de San Ferreol (Costa de Cartagena)", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, (Cartagena, 1982), Madrid.
- NICOLAS, J. de  
1976: "La nave republicana del Puerto de Mahón", en **V Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Lipari.
- NIETO, J. y FOERSTER, F.  
1980: "El pecio romano de Cap de Vol", en **Cypsela III**.
- NIETO, J. y NOLLA, J. M.  
1985: "El yacimiento submarino de Riells-La Clota y su relación con Ampurias", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Cartagena, 1982. Madrid.
- NIETO PRIETO, J.  
1980: "El pecio Culip IV. Observaciones sobre la organización de los talleres de T.S. de la Graufesenque", en **Archeonautica 6**.
- 1982: "El pecio de Cap de Vol. Nuevas aportaciones", en **Cypsela IV**.
- PALLARES SALVADOR, F.  
1974: "El pecio del Sec y su significación histórica", en **Symposium Internacional de Colonizaciones**, Barcelona 1971. Barcelona.
- PASCUAL GUASCH, R.  
1962: "Un pecio romano en Les Negres, Begur", en **Ampurias XXIV**.
- 1964: "Un pecio romano en Cabo Creus", en **Rivista di Studi Liguri XXX**.
- 1966: "La nave romana de El Golfet", en **Ampurias XXVIII**.
- 1968: "El pecio Gandolfo", en **Pyrenae 4**.
- TCHERNIA, A.; POMEY, P. y HESNARD, A.  
1978: "L'Epave romaine de la Madrague de Giens", XXXIV suplement a **Gallia**. Edición du C.N.R.S..
- TEJEDOR, R.  
1976: "La nave de Favaritx", en **V Congreso Internacional de Arqueología Submarina**. Lipari.
- TUCK, J. A. y GRENIER, R.  
1982: "Establecimiento ballenero vasco del siglo XVI en El Labrador", en **Investigación y Ciencia 64**.
- UCELLI, G.  
1940: **Le navi di Nemi**.
- VALLESPIN, O.  
1986:" The Copper wreck", en **IJ.N.A. XV**, nº 4.

V.V.A.A.

1979: **Excavación arqueológica submarina en la ensenada de la Colonia de Sant Jordi, Exposición monográfica, Museo de Palma.**

#### **IV. MATERIALES**

Se divide en diferentes apartados según la atribución cultural. Las publicaciones incluídas hacen referencia fundamentalmente al material cerámico, ya que éste es el que menos sufre la agresión del medio acuático. Por este motivo su aparición es más frecuente que la de otros materiales.

##### **A) Griegos:**

ARRIBAS, A.; TRIAS, M<sup>a</sup>.; CERDA, D. y DE HOZ, J.

1987: **El barco del Sec. Estudio de los materiales, Mallorca.**

BENOIT, F.

1955: **"Amphores greques d'origine ou de provenance marseillaise", en Rivista di Studi Liguri 21.**

GRACE, V.

1949: **"Standard pottery containers of the ancient Greek world", en Hesperia 8.**

WILL, E. L.

1982: **"Greco-Italic amphores", en Hesperia 52.**

##### **B) Feno-púnicos:**

CINTAS, P.

1950: **Ceramique Punique, París.**

MAÑA DE ANGULO, J. M.

1951:" **Sobre la tipología de las ánforas púnicas", en VI Congreso Arqueològico del S.E. Español, (Alcoy, 1950). Cartagena.**

PASCUAL GUASCH, R.

1969: **"Un nuevo tipo de ánfora púnica", en Archivo Español de Arqueología 119-120.**

RAMON, J.

1981: **La producción anfórica Púnico-Ebusitana, Ibiza.**

##### **C) Romano:**

ARROYO ILERA, R.

1986: **"Estudio numismático en las excavaciones del Portus Illicitanus (Santa Pola). Campañas 1982-83", en Saguntum 20, Valencia.**

BELTRAN LLORIS, M.

1970: **Las ánforas romanas en España, Institución Fernando el Católico, nº 52. Zaragoza.**

1977: **"Aportaciones a la tipología de las ánforas béticas", en Actas del Colegio de Roma.**

- 1978: "Cerámica romana: Tipología y clasificación", en **Pórtico**, Zaragoza.
- BRAVO, J.**  
1964: "Un cepo decorado en aguas de Ceuta", en **Rivista di Studi Liguri XXX**, Bordighera.
- CALLENDER, M. H.**  
1965: **Roman Amphorae**, London.
- DRESSEL, H.**  
1899: **Corpus Inscriptiorum Latinarum XV**, Pars 1. Berlin.
- FERNANDEZ IZQUIERDO, A.**  
1984: **Las ánforas romanas de Valentia y su entorno marítimo**, Valencia.
- GALLIOU, P.**  
1982: "Les amphores tardo-republicaines", en **Archeologie en Bretagne**, supplement 4.
- GUERRERO AYUSO, V.**  
1980: "Las cerámicas pseudocampanienses ebusitanas en Mallorca", en **Archeologie en Languedoc** nº 3.
- KEAY, S. J.**  
1984: **Late Roman Amphorae in the Western Mediterranean. A tipology and economic study: the catalan evidence**, B.A.R. Int. Series, 136.
- NICOLAS, J. C. de**  
1959: "Epigrafía anfórica en Menorca", en **Ateneo científico, literario y artístico**, Centro de Investigaciones Submarinas de Menorca.
- PALLARES SALVADOR, F.**  
1961: "Tipología y cronología de anclas antiguas", en **III Congresso Internazionale de Archeologia Sottomarina**, Barcelona.
- PASCUAL GUASCH, R.**  
1962: "Centros de producción y difusión geográfica de un tipo de ánfora", en **VII Congreso Nacional de Arqueología**, Zaragoza.  
1959: "Cepos submarinos romanos recuperados frente a Blanes", en **Zephyrus X**.  
1960: "Dos ánforas del pecio Gandolfo", en **Zephyrus XI**.
- PEACOCK, D. P. S. & WILLIAMS, D. F.**  
1968: **Amphorae and the Roman Economy**, New York.
- SANCHEZ, M. J.**  
1984: "Estudio preliminar sobre ánforas del Portus Illicitanus", en **Lucentum VII**.

- VENTURA SOLSONA, S.  
1950: "El sarcófago de Hipólito, de la Punta de la Mora", en **Archivo Español de Arqueología**, XXII.
- VENY, C.  
1970: "17 lingotes de plomo de una nave romana en Ses Salines", Tirada aparte de **Ampurias** 31-33.
- VENY, C. y CERDA, D.  
1972: "Materiales arqueológicos de dos pecios de la Isla de Cabrera (Baleares)", en **Trabajos de Prehistoria** 24, Madrid.
- ZEVY, F. y TCHERNIA, A.  
1969: "Amphores de Byzacene an Bas-empire", en **Ant. Africaines** 3.
- D) Medievales y Modernos:**
- BELL, M.  
1919: **Old Pewter**, Londres.
- CHASSERS, W.  
1962: **The new collector's handbook of marks and monograms pottery and porcelain.**
- COTTEREL, H.  
1932: **Pewter down the ages**, Londres.
- GOGGIN, J. M.  
1961: **Spanish mayolica in the new world: types of the 16 and 18 centuries.**  
1960: "The spanish olive jar", en **Yale University Publications in Anthropology** nº 62.
- MARTIN, C. J. M.  
1979: "Spanish Armada pottery", en **I.J.N.A.**
- MARTINEZ, J. M.  
1947: **Historia de la Artillería**, Madrid.
- MORENO GARRIDO, M. J.  
1987: "La cerámica de cuerda seca peninsular. Origen y dispersión", en **II Congreso de Arqueología Medieval Española**, Madrid.
- MUNOA, R.; FERNANDEZ, A. y RABASCO, J.  
1970: **Platería española.**
- VIGON, J.  
1947: **Histori de la Artillería Española** 3 vols..
- V.V.A.A.  
1979: **La cerámica esmaltada española.**



**E) Varios:**

**LOPEZ GOMEZ, F. S.**

1980: "Arqueoloxia sobmariña: os materiais da Badia Coruñesa", en **Brigantium** 1.

**RODRIGUEZ BIEMPICA, E.**

1984: "Anclas líticas en las Rías Bajas Gallegas", en **Pontevedra Arqueológica** I.

**V. RESTAURACION**

En ella encontraremos, desde manuales de carácter general que nos ofrecen visiones más o menos externas y sus soluciones (primer paso para los restauradores que quieren profundizar en la materia e indispensables para arqueólogos dedicados a la Arqueología Subacuática) hasta obras especializadas en los diferentes aspectos y materiales.

**AMITRANO BRUNO, R.**

1987: "Restauración y Arqueología Submarina", en **I Curso de Arqueología Subacuática, U.A.M.**

**CLARKE, R. W. y BLACKSHAW, S. M.**

1982: **Maritime monographs and reports nº 53**, National Maritime Museum, Greenwich. London.

**CHRISTENSEN, B. B.**

1970:" The conservation of waterlogged wood and wet leather", en **National Museum of Denmark**, Copenhagen.

**ERIKSEN, E. y THEGEL, S.**

1966: "Conservation of iron recovered from the sea", en **Tojhusmuseets Skrifter** 8, Copenhagen.

**FRAZEN, A.**

1960: **The warship Vasa**. New York.

**GRATTAN, D. W.**

1982: "A practical comparative study of several trataments for waterlogged wood", en **Studies in Conservation** 27, agosto.

**GROSSO, G. H.**

1981: "Experiments with sugar in conserving waterlogged wood", en **Congreso de I.C.O.M.**, Ottawa.

**HAMILTON, D. L.**

1976: "Conservation of metal objects from underwater sites: a study in methods", en **Miscelaneus Papers nº4**. Texas Memorial Museum, Austin.

**HOFFMANN, P.**

1986: "On the stabilization of waterlogged oak wood with PEG. Designing a two step tratament for multy-quality timbers", en **Studies in Conservation** 31, agosto.

**LOPEZ DE ROMA, A.**

1985: "Conservación y tratamiento de maderas extraídas en un medio subacuático", en **La madera en la conservación y restauración del Patrimonio Cultural**. Ministerio de Cultura, Madrid.

**MACLEOD, I. D.**

1987: "Conservation of corroded copper alloys: a comparison of new and traditional methods for removing chloride IONS", en **Studies in Conservation** 33, nº 1, febrero.

**MONTES BERNARDEZ, R.**

1980: "Consideraciones sobre la restauración de piezas procedentes de excavaciones arqueológicas submarinas. La cerámica", en **Boletín de la A.A.A.**.

**MUHLETHALER, B.**

1973: **Conservation of waterlogged wood and wet leather**, Ed. Eyrolles, París.

**MURDOCK, D. L. y DAYLE, Y.**

1981: "Polisulfide rubber and its application for recording archaeological ship features in a marine environment", en **I.J.N.A.** 10, nº 4, noviembre.

**NORTH, N. A.**

1982: "Corrosion products on marine iron", en **Studies in Conservation** 27, nº 2, mayo.

**NORTH, N. A. y PEARSON, C.**

1978: "Washing methods for chloride removal from marine iron artifacts", en **Studies in Conservation** 23, nº 4, noviembre.

1975: "Alkaline sulphite reduction treatment of marine iron", en **IV Congreso de I.C.O.M.**, Venecia.

1978: "Methods for treating marine iron", en **V Congreso de I.C.O.M.**, Zagreb.

**PANG, J. T. T.**

1982: "The design of a freeze-drying system used in the conservation of waterlogged materials", en **I.J.N.A.**, 11, nº 2, mayo.

**PEARSON, C.**

1974: "The western Australian Museum Conservation Laboratory for marine archaeological materials", en **I.J.N.A.** 3, nº 2, septiembre.

1977: "On-site conservation requirements for marine archaeology excavations", en **I.J.N.A.** 6, nº 1.

**OLIVE, J. y PEARSON, C.**

1975: "The conservation of ceramics from marine archaeological sources", en **Conservation in archeology and applied arts. Proceedings IIC-NKF Congress**, London IIC.

**ROBINSON, W.**

1981: "First aid for marine finds", en **Handbooks in Maritime Archaeology**, nº 2, National Maritime Museum, Greenwich. London.

1981: "Observations on the preservations of archaeological wrecks and metals in marine environments", en **I.J.N.A.** 10, nº 1, London.

**SALDAÑA DE GOUST, C.**

1985: "Consideraciones bibliográficas sobre conservación de madera empapada en agua", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina** (Cartagena, 1982). Madrid.

**V.V.A.A.**

1981: "The storage of untrated waterlogged wood", en **Journal ICC-Canadian Group** 5, nº 1.

1981: **I.C.O.M. Waterlogged Wood Working Group Meeting**, Ottawa.

1984: **I.C.O.M. Waterlogged Wood Working Group Meeting**, Grenoble.

## **VI. ARQUITECTURA NAVAL**

Bibliografía básica sobre las investigaciones de arquitectura naval realizadas en barcos antiguos. En este tema las investigaciones españolas realizadas son bastante escasas.

**ARTINANO Y DE GALDACANO, G. de**

1920: **La arquitectura naval española**, Madrid.

**BENOIT, F.**

1964: **Arquitectura Navale et Tonnage des Navires**, París.

**COWBURN, F.**

1965: **The warship in a History**, New York.

**DELHUMEAU, H.**

1984: "Los barcos en la Edad Media: Avances técnicos en la navegación", en **Revista de Arqueología** nº 40.

**DUHAMEL DU MONCEAU, H.L.**

1758: **Elemens de l'architecture navale**, Paris.

**DUMAS, F.**

1964: **Epaves antiques**, Paris.

**FINCHAM, J.**

1851: **A History of naval architecture...** London.

**FOERSTER, F.**

1983: "Roman naval construction, as shown by the Palamos wreck", en **I.J.N.A.** 12, nº 3.

**FOLEY, V. y SOEDEL, W.**

1981: "Naves de guerra a remo en la Antigüedad", en **Investigación y Ciencia** nº 57.

GIUSTOLISI, V.

1975: "Le navi romane di Terrasini: e l'avventura di Amilcare sul Monte Heirkte", en **Centro de Documentazione e Riserva per la Sicilia Antica "Paolo Orsi"**.

JHONSTONS, P.

1976: **Arqueología de barcos, La Coruña.**

JONES EISEMAN, C.

1979: **The Porticello shipwreck: Mediterranean Merchant Vessel of 415-385 B.C..**

MARTINEZ-HIDALGO, J.M.

1969: **Columbus ships, Barre, Mass.**

MCKEE, A.

1985: **Tartvquin's ship: The etruscan wreck in Campere Bay.**

MORRISON, J.S. y COATES, J.F.

1986: **The ateian trirreme. The history and reconstruction of an ancient greek warship, Melbourne.**

MORRISON, J.S. y WILLIAMS, R.T.

1968: **Greek oared ships 900-322 B.C., Cambridge.**

RODGERS, W.

1983: **Greek and Roman naval warfare, Annapolis.**

RUPPRECHT, G.

1982: **Die Mainzer Romerschiffe.**

SERRANO MANGAS, F.

1985: "Los galeones en la carrera de Indias 1650-1700", en **Escuela de Estudios Hispanoamericanos, Sevilla.**

STIEGLITZ, R.

1971: **Maritime activity in ancient Israel.**

TORR, C.

1964: **Ancient ships.**

VORZEIT, L.

1981: "Felsbilder der Bronzezeit aus Schweden", en **Archäologischen Institut der Univ. Uppsala.**

V.V.A.A.

1979: "La navi dil Porto di Claudio", en **Ministerio per i Beni Culturali e Ambientali.**

WESTERBERG, K.

1983: **Cypriote ships from the Bronze Age to C. 500 B.C.. Gothemburg.**

## VII. TRAFICO MARITIMO

Se recogen obras y artículos sobre comercio marítimo, puertos, fondeaderos e industrias relacionadas con el tráfico marítimo.

ABAD, L.

1975: **El Guadalquivir vía fluvial romana**, Sevilla.

BALIL ILLANA, A.

1980: "¿Restos de un puerto romano en La Coruña?", en **Brigantium I**.

BELTRAN LLORIS, M.

1983: "El aceite en Hispania a través de las ánforas: la concurrencia del aceite itálico y africano", en **II Congreso de Producción y Comercio de Aceite en la Antigüedad**, Madrid.

BLAZQUEZ, A.

1915: "Las Cassitérides y el comercio de estaño en la Antigüedad", en **Boletín de la Real Academia de la Historia LXVII**.

CARUS-WILSON, E. M.

1954: **Medieval Merchant Ventures**, London.

CERDA, D.

1971: "Economía antigua de Mallorca", en **Historia de Mallorca**, coordinado por Mascaró. Palma de Mallorca.

1974: "Hallazgos submarinos y relaciones mediterráneas", en **VI Symposium de Prehistoria**, Barcelona.

CHEVALLIER, R.

1986: **Ostie Antique, Ville & Port**, Paris.

DOMINGUEZ ORTIZ, A.

1976: **La burguesía gaditana y el comercio de Indias desde mediados del siglo XVII hasta el traslado de la Casa de Contratación**, Cádiz.

FERNANDEZ IZQUIERDO, A.

1982: "Estudio del tráfico marítimo en la costa de Castellón a través de la Arqueología Submarina", en **Saguntum 17**.

FERNANDEZ, M.J.

1986: **Portus Illicitanus. Arqueología en Alicante 1976-86**, Instituto de Estudios Juan Gil Albert y Diputación de Alicante.

FINLEY, M.I.

1973: **The Ancient Economy**, London.

GARCIA DEL TORO, J.R.

1979: "Garum Sociorum. La industria de pescado en la Edad Antigua de Cartagena", en **Anales de la Universidad de Murcia 36**, nº 1 y 2.

- GARCIA FUENTES, L.**  
 1980: **El comercio español con América 1650-1700**, Sevilla Excma. Diputación Provincial.
- GRACE, V.R.**  
 1961: **Anphoras and the Ancient Wine Trade**, Princeton.
- GUERRERO AYUSO, V.**  
 1984: "Asentamiento púnico de Na Guardis", en **Excavaciones Arqueológicas en España Nº 137**, Madrid.
- HARING, C.**  
 1979: **Comercio y navegación entre España y las Indias en la época de los Habsburgos**, Fondo de Cultura Económica, México.
- HUET, P.D.**  
 1973: **Historia del comercio y la navegación de los antiguos**, Madrid.
- JAMES, M.K.**  
 1971: **Studies in the Medieval Wine Trade**, Oxford.
- JIMENEZ, S. y MOLINA FAJARDO, F.**  
 1987: "La industria del pescado en la Antigüedad", en **Revista de Arqueología nº 68**.
- LYNN SPARR, S.**  
 1981: **The port of Roman Baetica: A study of Provincial Harbours and their functions from an historical and archaeological perspective**.
- MARTIN, M. A.**  
 1985: "Noves dades per a l'estudi del comerç etrusc a l'Emporda", en **Cypsela V**.
- MAS GARCIA, J.**  
 1979: **El Puerto de Cartagena**, Junta de Obras del Puerto de Cartagena, Cartagena.  
 1976: "Relaciones comerciales entre ciudades augusteas a través de las ánforas imperiales", en **Symposium de Ciudades Augusteas II**, Zaragoza.  
 1985: "El polígono submarino de Cabo de Palos. Sus aportaciones al estudio del tráfico marítimo antiguo", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, (Cartagena, 1982). Madrid.
- MASCARO, J.**  
 1962: "El tráfico marítimo en Mallorca en la Antigüedad", en **Boletín de la Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación**, Palma.
- MILNE, G.**  
 1985: **The Port of Roman London**.

- MOLINA FAJARDO, F. y JIMENEZ CONTRERAS, S.**  
 1984: "Estado actual de las excavaciones en la factoría de salazones El Majuelo (Almuñécar)", en **Arqueología e Historia II**, Granada.
- MORALES PADRON, F.**  
 1955: "El comercio canario-americano en los siglos XVI, XVII y XVIII", en **Escuela de Estudios Hispanoamericanos**, Sevilla.
- NAVEIRO LOPEZ, J.**  
 1987: "El comercio marino en el N.O. durante época romana a través de las ánforas", en **Revista de Arqueología** Nº 57.
- NIETO, J.**  
 1987: "La Graufesenque, Culip IV, Ampurias: un ejemplo del proceso de comercialización de la T. Sigillata", en **Jornades Internacionals d'Arqueologia Romana**, Granollers.
- PASCUAL GUASCH, R.**  
 1968: "Algunos aspectos del comercio antiguo según las ánforas", en **I Reunión de Historia de Economía Antigua en la Península Ibérica**.  
 1980: "La evolución de las exportaciones béticas durante el Imperio", en **I Congreso sobre Producción y Comercio del Aceite en la Antigüedad**, Madrid.
- PEREZ-EMBRIÓ, F.**  
 1968: "Navegación y comercio en el puerto de Sevilla en la Baja Edad Media", en **Anuario de Estudios Americanos** Vol. XXV.
- POIDEBARD, P.**  
 1934: **L'ancien port disparu de Tiri**, Paris.
- RABAN, A.**  
 1983: "The ancient Harbours of Caesarea Maritima", en **Haifa Univ. the Center for Maritime Studies**.  
 1985: "Harbour Archaeology", en **Haifa University**
- RAMON, J.**  
 1981: "Ibiza y la circulación de ánforas fenicias y púnicas en el Mediterráneo Occidental", en **Trabajos del Museo Arqueológico de Ibiza** nº 5.
- TCHERNIA, A.**  
 1980: "Quelques remarques sur le commerce du vin et les amphores". **The Seaborne Commerce of Ancient Rome: Studies in Archaeology and History**, *Men. Amer. Academy in Rome* 36.
- V.V.A.A.**  
 1977: "L'épave Port-Vendres II et le commerce de la Bétique a l'époque Claude", en **Archeonautica** 1.  
 1983: **Ravenna e il Porto di Classe**. Universidad de Bologna. Imola.
- VAN ES, W.A. y VERWES, W.J.H.**  
 1987: "Dorestad: Arqueología de un Puerto Medieval", en **Mundo Científico** 69.

## **VIII. PRINCIPALES REVISTAS**

**Ampurias.** Revista de Prehistoria, Arqueología y Etnología. Diputación de Barcelona.

**Antiquity.** A quarterly Review of Archaeology. Gloucester. England.

**Archeologie.** Revista de Arqueología francesa.

**Archeonautica.** Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris. France.

**Art and Archeology Technical Abstract.** Institute of Fine Arts New York University.

**Cahiers d'Archeologie Subaquatique.** Centre International de la Recherche Scientifique, Frejus, France.

**Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses.** Diputación Provincial de Castellón de la Plana.

**Forma Mares Antiqui.** Estratto dalla Revista di Studi Liguri. Istituto Internazionale di Studi Liguri. Bordighera, Albenga, Itali.

**Gallia.** Fouilles et Monuments Archaeologiques Metropolitaine. Paris, France.

**Museum.** Unesco. Switzerland.

**Noticiario Arqueológico Hispanico.** Ministerio de Cultura. Dirección General de Bellas Artes y Archivos. Subdirección General de Arqueología y Etnografía. Madrid.

**Pontevedra Arqueológica.** Publicaciones del grupo de Arqueología "Alfredo García Alen", Pontevedra.

**Revista de Arqueología.** Madrid.

**Rivista di Studi Liguri.** Istituto Internazionale di Studi Liguri. Bordighera. Itali.



## EVOLUCION TECNOLOGICA DE LOS MEDIOS DE NAVEGACION EN EL MEDITERRANEO

Ricardo Arroyo <sup>1</sup>

### INTRODUCCION

Me complace estar entre ustedes y participar en este I Seminario de Arqueología Subacuática, para hacer unos breves comentarios de cómo evolucionaron los medios tecnológicos en la navegación del Mediterráneo de la antigüedad y nos referiremos con brevedad a los factores climatológicos, que influyeron en estas navegaciones. Pero antes de comentar cómo evolucionaron los medios de propulsión, como son la vela y el remo, o los medios de dirección, como es el timón, e incluso elemento usado para fijar el buque al fondo del mar: esto es el ancla, permítanme que les haga unos comentarios hipotéticos de los orígenes de la navegación.

Hoy día, ya casi en las postrimerías del siglo XX, podemos contemplar y admirar gigantescos superpetroleros, enormes bulk-carriers, buques propulsados por energía nuclear y otros ingenios que el fulgurante avance de la tecnología de los últimos tiempos ha producido. Y quién sabe lo que el futuro nos deparará, la fabulosa progresión de la ciencia y de qué será capaz el hombre del mañana aportando nuevas ideas a la navegación.

Pero, ¿cómo empezó este hombre a deslizarse sobre las aguas? En la vida del hombre primitivo, y en algún momento desconocido por nosotros, éste tuvo necesidad de navegar, aunque fuese del modo más primario, tal vez para cruzar un pequeño río. Si nos preguntamos cómo ocurrió el hecho, no tenemos una respuesta concreta. Podemos analizar cómo era la vida y las necesidades del hombre prehistórico y de ahí extraer una hipótesis; sin embargo, es posible que las circunstancias no fuesen las mismas en cada caso y que el acontecimiento se produjera de modo diverso en cada época.

No obstante, podemos imaginar que el hombre primitivo, en un principio, observó que el tronco de un viejo árbol flotaba y que era arrastrado por la corriente del río y que, en un momento no determinado, tal vez acuciado por un peligro o por conocer lo que había al otro lado del cauce, este hombre se montase a horcajadas en el tronco y lo impulsara a la otra orilla moviendo sus manos en el agua. Algún tiempo después debió valerse de un palo que, utilizándolo a modo de pértiga, le permitía mover el tronco con menos esfuerzo. Posteriormente, debió vaciar el tronco, para lo cual no precisaba de ningún utensilio; tan sólo tenía que colocar piedras calientes y tizones que se apagaban con el agua, para poder hacer la cavidad

---

<sup>1</sup> Capitán de Marina Mercante, Madrid.

necesaria (este procedimiento lo utilizan todavía hoy en día algunos indígenas que viven en estado primitivo). Con ello había nacido la piragua monóxila, el embrión de un barco.

Cuando el cauce del río se hizo más profundo y la pértiga no alcanzaba el fondo, no pudo seguir "navegando" hasta no dar con la solución al problema. Así debió nacer el primer remo sin fijación al costado de la piragua: el canaleta.

Más tarde, otros "inventos" debieron ocurrírsele al hombre primitivo al crecer sus necesidades, como añadir una tabla para aumentar el costado de la embarcación. Otra solución para transportar más personas u objetos pesados consistió en unir, mediante ligaduras, varios troncos, con lo que fabricó la primera balsa.

Pero no siempre se disponía de troncos para construir piraguas, por lo que el hombre primitivo tuvo que valerse de otros elementos naturales.

No hay duda de que, a la hora de construir las primeras embarcaciones, el medio influyó decisivamente. Así sucedía en aquellas zonas en que escaseaba el arbolado o, por el contrario, en otras en que era tal la dureza de los árboles que no permitía trabajar la madera con los utensilios de la época. Los primeros navegantes utilizaron otros materiales. En Egipto, se utilizaba el papiro -muy abundante a orillas del Nilo- para construir embarcaciones fluviales y de navegación marítima, como demostró Thor Heyerdhal en sus expediciones Ra I y Ra II. En Mesopotamia aumentaban la flotabilidad de las balsas uniendo a las mismas odres de piel hinchados o construyendo pequeñas embarcaciones redondas llamadas cufas, que estaban hechas con un ligero armazón de mimbre o de ramas de tamarindo forrado de piel; un procedimiento semejante se empleó también en las costas de Galicia y en Irlanda e Inglaterra con sus conocidos curraghs y coracles. Los esquimales utilizaban una técnica análoga para construir los kayak y los umiak.

En aquellos mares donde la mar era más bravía la inestable canoa daba la vuelta con frecuencia, quedando la "quilla al sol", el navegante primitivo "diseñó" un sistema que proporcionó mayor estabilidad a su embarcación: colocó una pieza de madera paralela a la canoa y unida rígidamente a ésta por otras dos piezas de madera, con lo que este nuevo elemento actuaba de contrapeso y aumentaba en gran medida la estabilidad. Así nació la batanga.

La mitología y los escritos de los clásicos atribuyen los diversos elementos de que se fueron dotando a las embarcaciones y sus primeras navegaciones a seres mitológicos o reales; el uso de la vela es atribuido por algunos a Dédalo; Plinio asegura que fue Icaro, y Diodoro Sículo cree que fue Eolo. Lo cierto es que todo ello no son más que leyendas y desconocemos quién utilizó por primera vez el remo, la espadilla o la vela. Sin embargo, algunos tratadistas atribuyen la invención de la vela a los sumerios. Como consecuencia de las excavaciones efectuadas en ERIDU (IRAK) fue hallado un modelo de barco cocido, en que un barco con aspecto de cáscara de nuez arbola un palo, aunque se desconoce el aparejo de vela de la embarcación. La datación del hallazgo se fija en el año 4000 a.C..

## **LA EVOLUCION DE LOS MEDIOS DE PROPULSION**

Como ya hemos dicho, quizá el primer medio de propulsión empleado para desplazarse sobre el agua, fueron sus propias manos, impulsando un tronco sobre el que estaba sentado a horcajadas.

Posteriormente, la pértiga, el canaleta y el remo, y finalmente, un procedimiento que duraría siglos y que aún hoy día se sigue utilizando, aún cuando sólo sea para la navegación de recreo o deportiva. Es, pues, este medio al que nos vamos a referir seguidamente.

## I- La vela.

El conocimiento de la evolución de la vela y su aparejo en el Mediterráneo de la antigüedad, nos ha llegado fundamentalmente a través de las representaciones de barcos halladas en templos y tumbas, ya sea en forma de grabados sobre piedra, pinturas, vasijas y modelos, sean éstos de madera o cerámica.

Como todos conocen, una vela necesita de un palo que, a su vez, tiene una percha -o verga- que sostiene la vela, por supuesto, esto es lo más elemental.

Veamos cómo evolucionan estos y otros elementos de un aparejo de vela, comenzando por las soluciones adoptadas en el Egipto del Imperio antiguo.

Aún cuando la mayor parte de la actividad "marítima de Egipto se desarrolló a través del Nilo" ya que toda la vida activa se generaba en torno a sus riberas, los Egipcios también navegaron en mar abierto, si bien no con la frecuencia de otros pueblos mediterráneos, cuya dependencia para subsistir estaba estrechamente unida a sus navegantes. Por otra parte, el Nilo actuaba de gran autopista, cruzando el país de Norte a Sur, y como tal, era el mejor enlace entre las diversas zonas. Egipto es un don del Nilo, dice Herodoto, y no le falta razón. La consecuencia de esta intensa navegación fluvial es que sus barcos de navegación marítima son siempre un reflejo de las embarcaciones nilóticas.

Las representaciones de los barcos que el Faraón SENEFRU, de la IV dinastía (2614-2591 a.C.) envió a Biblos para adquirir madera de cedro, nos muestran embarcaciones de propulsión mixta: vela y remo, lo que es una constante de la época. El palo de estos barcos es bípode, con una serie de travesaños antes de llegar a la unión de ambas patas. Dispone tan sólo de una verga superior, de la que pende una vela alta y estrecha, y no dispone de verga inferior.

La verga dispone de dos brazas que no se utilizan realmente para orientar la vela, sino tan sólo para impedir que una racha de viento la haga batir.

El palo, que es abatible mediante un ingenioso sistema de contrapesos, tiene numerosos obenques que la sujetan hacia popa, en tanto no tiene más que un solo estay que va hacia proa.

La conclusión que podemos extraer de esta clase de aparejo es que el barco tan sólo podía navegar con viento de popa. A este respecto, tengamos presente que en el Nilo, el viento dominante es del Norte, exactamente el viento adecuado para navegar río arriba remontando la corriente fluvial. Para navegar río abajo, o sea hacia el Norte, los egipcios no tenían más que dejarse llevar por la corriente, como describió Herodoto: "... río abajo se transportan de este modo: tienen un cañizo de varas de tamariz entrelazado con cañas y una piedra agujereada, que pesa más o menos dos talentos. Arrojan delante de la barca, para que sea llevado a flor de agua, el cañizo impelido por la corriente, marcha rápidamente y tira de la Baris (que así se llaman estas barcas), mientras que la piedra se arrastra detrás y dirige su curso".

Al inicio del Imperio medio, se producen algunas innovaciones en el velamen de los buques egipcios: el palo bípode ha desaparecido, y en su lugar tenemos uno que aparentemente es de una sola pieza, pero que en realidad la forman dos: una corta asentada en el fondo del casco y otra más larga, aún cuando el conjunto es menos alto que el usado en los barcos del Imperio antiguo. La vela es también más corta y algo más ancha, con verga superior e inferior, estando ambas sostenidas por numerosos amantillos.

Dos obenques ayudan a sostener el palo y tanto brazas como escotas facilitan la maniobra.

El palo está ahora situado aproximadamente a un tercio de la eslora, en lugar de estar situado más a proa, como antiguamente. Todo ello parece indicar que el barco no precisa de vientos que vengan de popa para poder navegar.

Y ya nos encontramos con los barcos de Imperio nuevo. Quizá, los más conocidos de este periodo son los barcos utilizados en la expedición al país de PUNT, durante

el reinado de la reina HATSEPSUT (XVIII dinastía) hacia 1500 a.C. y cuyo conocimiento ha llegado hasta nosotros a través de los fabulosos bajorrelieves esculpidos en el templo de Deir-El-Bahari.

No vamos a detenernos en la descripción de los barcos de elegante línea y aspecto papiriforme; nos limitaremos a comentar brevemente sus medios de propulsión.

Disponen de un palo único, no muy alto, con una vela mucho más ancha que alta, exactamente lo contrario que las naves del Imperio antiguo. La verga inferior está formada por trozos de madera ahusados y curvados hacia arriba en sus extremos. Otro tanto ocurre con la verga superior, ligeramente curvada hacia abajo. El palo se asegura mediante dos estays a proa y uno a popa. Numerosos amantillos sostienen la verga inferior de la que parten las escotas y las brazas. La vela es izada mediante dos drizas. El palo está situado en el centro del barco, lo que significa que los egipcios han mejorado el aprovechamiento del viento.

Trescientos años más tarde de la expedición de PUNT, tuvo lugar la primera batalla naval de la historia, entre las fuerzas de Ramsés II y las de "los pueblos del mar", heterogéneo grupo que intentó invadir Egipto. Las innovaciones introducidas quedaron plasmadas en el templo de Medinet Habu, lo que se ha dado en llamar la primera "naumaquia" de la Historia. En relación con las velas y aparejos, la novedad más notable la constituye la aparición de BRIOLES, con los que al no existir la verga baja se puede aferrar la vela a la verga superior, sin necesidad de arriarla; innovación importante que permite pasar más rápidamente de la propulsión vélica a la de remo. Tengamos presente que en un buque de guerra -y éstos son los primeros buques construídos con este propósito- las maniobras para abordar a la embarcación enemiga se efectúan siempre a remo.

Los egipcios fueron unos navegantes fluviales que ocasionalmente emprendían viajes de navegación marítima. El primer pueblo cuyos barcos navegaban constantemente en aguas abiertas fue Minos, como lo atestigua Herodoto, que literalmente dice: "Porque Polícrates es, que sepamos, el primero de los griegos que pensó en el imperio del mar, aparte de Minos de Cnossos". Efectivamente, los cretenses desarrollaron un activo comercio marítimo aproximadamente en la mitad del segundo milenio, entre los años 2000 y 1500 a.C.

En las numerosas excavaciones que se han llevado a cabo en esta isla han sido localizados abundantes sellos, joyas y modelos de embarcaciones de terracota. De estas no muy precisas reproducciones, parece desprenderse que las embarcaciones disponían de un palo y una vela cuadra, semejantes a las empleadas en la batalla de los egipcios contra los pueblos del mar. En algunos sellos parece adivinarse la presencia de tres palos, aunque esta teoría ha sido rechazada por la mayoría de los tratadistas.

Entre las escasas reproducciones halladas de los barcos que los fenicios emplearon en su activo comercio por todo el Mediterráneo, el aparejo empleado se reduce a un solo palo provisto de una vela cuadra, con un estay hacia proa y dos hacia popa; con dos escotas y dos brazas. Sin embargo, las reproducciones contienen pocos detalles, aunque dadas las extensas navegaciones de estos audaces marinos, parece deducirse que el aprovechamiento que hacían del viento debió ser bastante eficaz.

La galera homérica, cuyo conocimiento nos ha llegado a través del relato de la Odisea y de la cerámica de la época, iba provista de un solo palo, situado en la medianía del barco. Este palo, que era izado y arriado dependiendo de las circunstancias de la navegación, disponía de un tintero en donde era alojado y se izaba con la ayuda de los estays. La vela era cuadra de una sola verga en la parte superior. Para la maniobra del aparejo se utilizaban escotas, brazas y cargaderas; con éstas últimas se aferraba la vela. Las velas eran de lino, pero no de una pieza,

estaban formadas por tiras cosidas con fibra de papiro o de cuero. Homero describe esta embarcación en numerosos pasajes de su obra, especialmente en el canto V, en donde narra la llegada de Ulises al país de los FEACIOS.

Los barcos redondos o "strongulon ploion" empleados por los griegos en su comercio marítimo no difieren excesivamente de la galera homérica en cuanto al aparejo se refiere. Sigue empleándose la vela cuadra, sostenida por una verga única, suspendida del único mástil existente. Este tipo de aparejo se emplea también en las galeras de guerra, con la salvedad de que el palo es abatible, ya que antes de entrar en combate es arriado y alojado bajo las bancadas de los remeros, cuyo esfuerzo es entonces el único elemento motriz de la nave.

Finalmente llegamos a la época romana y aún cuando estos impenitentes terrestres parecen no tener un excesivo interés por las cuestiones marítimas, sus aportaciones a la navegación a vela o el uso que hicieron de las ideas de otros pueblos fue importante y merece ser reseñado.

Como es conocido, Egipto aportaba anualmente 150.000 toneladas de grano que era preciso transportar por el mar. Fue por tanto necesario aumentar el tamaño de los barcos dedicados a la "carrera del trigo", conocidos como navíos de Alejandría, por ser éste el puerto de carga de donde se dirigían a Puteoli y posteriormente a Ostia.

Un mosaico hallado en Ostia nos muestra un "tres palos" descrito también por Ateneo al relatar la construcción del supercarguero ordenada por Herón II de Siracusa (306-215 a.C.).

Cierto que los tres palos no responden al concepto actual. En realidad, tiene un gran palo central con una vela cuadra, un palo de mesana con una vela de reducidas dimensiones y un bauprés a proa que apareja una vela, que se conoce con el nombre de artemo o artemón, semejante a la cebadera de los galeones españoles de nuestra carrera de indias. Esta cebadera puede contemplarse también en el célebre bajorrelieve descubierto por el arqueólogo naval Jules Sottas, en el que está grabado un magnífico barco fenicio del siglo I a.C.

El objetivo fundamental del artemón o cebadera es utilizarla como ayuda en las evoluciones del buque. Un aparejo semejante es descrito también en los Hechos de los Apóstoles al relatar el último viaje de San Pablo, se refiere al artemón en estos términos: "non celeritatis sed dirigendi potins navis causa commendari", lo que confirma que se utilizaba más en dirigir el curso de la nave que en la propulsión.

Hemos de referirnos también al célebre bajorrelieve de la Casa de Torlonia, en Ostia (hacia el 200 de nuestra era). En esta magnífica obra, se nos muestra un barco de Alejandría, con su característica vela cuadra de grandes dimensiones, con varias relingas verticales que las refuerzan. Sobre esta vela cuadra aparece otra vela triangular, conocida como "siparum", que podemos traducir por escandalosa o juanete, lo que supone la aparición de la segunda vela en altura.

Todos los que han navegado a vela saben que las velas de cuchillo son mucho más eficaces para conseguir mayor velocidad que las velas cuadas cuando se navega con viento a través, más aún cuando se ciñe, es decir, cuando se va "a contra viento". Pues bien, este tipo de vela triangular ya fue conocido y utilizado por griegos y romanos, como lo prueban los bajorrelieves hallados en tumbas de Tessalonika y en Asia Menor, cerca del emplazamiento de la antigua Troya. Como anécdota, podemos señalar que, etimológicamente, la palabra latina no proviene del mar latino, sino de una formación de la expresión a la trina en tres puntos; Lionel Casson, que ha realizado profundos estudios sobre la navegación en la antigüedad afirma que en el siglo II a.C. la vela Tarquina o de abanico ya era utilizada en el norte del Egeo, y también por los navegantes romanos. Tal vez, como consecuencia de utilizar este tipo de velas Sulpicio Severo califica de navegación próspera la travesía Alejandría-

Marsella en 30 días con una velocidad media de 2,1 millas, navegando con vientos contrarios.

## II- El remo.

El remo es el primer elemento motriz que el hombre emplea para desplazarse con una embarcación. Hay que distinguir fundamentalmente dos procedimientos para hacer avanzar una embarcación: el canaleta y el remo.

Para utilizar el canaleta, el "remero" se sitúa mirando hacia proa de la embarcación ya sea sentado o de pie, en tanto que para manejar el remo, el remero se sitúa mirando hacia popa, generalmente sentado. Otra diferencia básica entre ambos procedimientos, consiste en que el canaleta se maneja libremente sin ningún apoyo en la borda y consta de una o dos palas, en tanto que el remo está sujeto a la borda, bien sea por medio de tolete y estrobo, habría que añadir la de la longitud -mucho más corto el canaleta- y la forma de la pala.

En Egipto, el sistema empleado hasta aproximadamente la V dinastía es el canaleta. A partir de esta época se usaría principalmente el remo, coexistiendo sin embargo con el canaleta. A pesar de la diferencia sustancial entre el modo de utilizar el remo y el canaleta, es necesario precisar que los egipcios utilizaban el remo y el canaleta que se apoyaba en la borda, como señala BOREUX, en su minucioso estudio "Etudes de Nautique Egyptienne".

En los bajo relieves egipcios podemos contar hasta 20 remeros en las embarcaciones del Nilo, y 30 en los barcos de la expedición al país de Punt. En el llamado catálogo de los barcos de la Iliada se mencionan barcos de hasta treinta, cincuenta y hasta cien remeros -de este último tipo no se han hallado pruebas-. La nave por excelencia en esta época es la pentencontora, de cincuenta remeros: veinticinco en cada banda. Fue precisamente en este tipo de embarcación en la que, según Herodoto, llegaron hasta España los primeros focesos.

La generalización del uso del espolón en los buques de guerra requirió cada vez velocidades más altas y mayor maniobrabilidad. La respuesta de los constructores navales a esta necesidad fue la invención de la birreme, barco provisto de dos filas de remeros, cuya invención se les atribuye a los fenicios, quizás por bajorrelieves asirios hallados en el Palacio de Senakerib, en el que se nos muestra una flota fenicia compuesta de birremes.

Con el fin de que la birreme mantuviese una buena estabilidad, la segunda fila de remeros no se colocó sobre la cabeza de los remeros de la primera fila, sino que los remeros de la fila más alta, se colocaban en medio de dos remeros de la fila baja, con lo que la diferencia de altura de ambas filas quedaba sensiblemente reducida. Los remeros de la fila de abajo apoyaban sus remos en la regala de la birreme, en tanto que los de la fila inferior sacaban sus remos a través de unos orificios o portas, practicados en el costado de la embarcación.

La técnica de la construcción naval siguió avanzando, dando así satisfacción a las exigencias de mejores barcos, y con ella, nació la TRIRREME o barco de tres órdenes de remos. El nombre de trirreme es el que ha pasado a la posteridad, al ser latinizada la voz griega de TRIERA, ya que se atribuye a Aeinocles de Corinto la invención de este "galgo" de la antigüedad, cuyo uso hacia el siglo V a.C. se había generalizado.

El nuevo banco de remos se situó a la altura del pecho de los remeros del segundo banco, y para no estorbarse en la boga, el **Tranita** o remero de la fila alta estaba situado a unos 50 centímetros por delante del **zuguita** o remero de la segunda fila. A los remeros de los bancos más bajos se les llama **Talamita**.

La trirreme disponía de 170 remeros, cada uno de los cuales manejaba un remo de la misma longitud: 4,40 m. aproximadamente, cuyo esfuerzo era capaz de imprimir a la trirreme una velocidad máxima de 11,5 nudos -unos 21,3 km/hora- excelente

marca, teniendo en cuenta que el único elemento motriz era el esfuerzo del hombre y que las dimensiones de la trirreme han sido calculadas en unos 35 m. de eslora y algo más de 4 de manga. Es indudable que para conseguir una velocidad eficaz la tripulación debía estar bien entrenada. Generalmente, los remeros provenían de la clase más baja de ciudadanos en su mayor parte provenientes de las islas del Egeo. Se recurría al uso de esclavos cuando no había hombres disponibles y el látigo no se usaba, al menos de modo habitual.

Durante el período helenístico fue aumentando el tamaño de las naves y aparecieron las cuatrirremes, quinquerremes, etc., y hasta de 16 órdenes. Esto no significa que hubiese tantas filas superpuestas de remeros como parece deducirse a primera vista, ya que los remos fueron aumentando en su longitud y cada uno de ellos lo manejaban dos, tres hombres, o los que fueran necesarios. Parece que el número máximo admitido por remo era de ocho hombres, ya que lógicamente, al aumentar los remeros debía aumentarse la manga de los barcos. A partir de estos ocho remeros por remo, es decir, una galera de 16 órdenes, algunos tratadistas opinan que el barco estaba formado por dos cascos, o sea, naves tipo catamarán.

Las trirremes y sus derivaciones quizá hayan sido los buques más importantes en la historia de la propulsión a remos, revivida en cierto modo en el siglo XIV por los venecianos, con sus galeras zenzile.

### III- El timón.

El timón situado en la popa no aparece hasta la Edad Media. En la Antigüedad el elemento que se utiliza para gobernar la nave es el remo o espadilla, situado en el codaste, bien sea sólo en una banda o en las dos. En los barcos del faraón Sahare, a los que ya nos hemos referido, los grabados nos presentan a tres hombres situados en ambas aletas manejando tres largos remos que actúan de timón.

Durante el Imperio Medio, el gobierno del buque se realiza mediante un gran remo-timón, que se apoya en coronamiento de popa y que está sujeto a un puntal, situado cerca de la popa. Para el manejo del remo-timón se dispone de una barra encastrada en la caña del remo, con la que se facilita el trabajo del hombre encargado de gobernar la nave.

Los barcos de la reina Hatsepsut, nos muestran los grandes remo-timón, situados en las respectivas aletas, y apoyadas en el clásico puntal, con su barra axial para mejorar su manejo. Ambos remos o espadillas, se apoyan en el codaste por medio de un zuncho o tintero en donde van alojados. Con diversas alternativas poco notables, apenas se introducen cambios fundamentales en varios siglos.

El remo-timón del buque representado en el bajo relieve del sarcófago de Sidón (siglo I a.C.) sigue siendo lateral, pero su mecha va unida al casco, y está sujeto al mismo por numerosos refuerzos, como si fuesen herrajes y la pala no es la mera prolongación de la mecha sino que está inclinada hacia popa, consiguiendo así un mayor efecto evolutivo. El conjunto recibe el nombre de pedalion en griego y gubernaculum en latín.

### LAS ANCLAS.

Como es sabido, el ancla se utiliza para fijar cualquier construcción flotante al fondo del mar. Para ello se precisa del ancla propiamente dicha y de una conexión que la une a bordo, que generalmente es un cabo o una cadena. Es evidente que las primeras anclas utilizadas por el hombre fueron piedras de regular tamaño, que habían sido previamente amarradas con un cabo. Sin embargo, existe una amplia tipología de anclas de piedra.

La Dra. FROST distingue tres clases de anclas en función del tipo de fondo en que fueron usadas:

A) Ancla para fondos rocosos, consistentes en una piedra que tiene un solo orificio, a través del cual pasa el cabo que la sujeta.

B) Anclas de arena, que consisten en piedras planas con tres o más orificios a través de los cuales pasan cortos trozos de madera que sirven para agarrar el ancla al fondo arenoso.

C) Anclas para uso tanto en fondos de arena como rocosos, habitualmente de forma triangular, con un cabo pasado por el vértice agudo del triángulo y dos orificios más atravesados por dos cortos palos.

Otros tratadistas clasifican las anclas de piedra exclusivamente en función de su forma:

A) Redondeada con un orificio central.

B) De forma trapezoidal con tres orificios.

C) De forma piramidal con varios orificios.

Otras variantes de anclas de piedra consistían en colocar la piedra sobre los leños en cruz, con los extremos afilados, para que pudieran elevarse en el fondo. A esta ancla, que era usada hasta no hace mucho tiempo por pescadores artesanales se la conoce con el nombre de POTALA.

Hacia el 750 a.C. se construyen anclas con cepo de piedra, una piedra alargada a la que se une un leño curvado con la forma característica de uno de los brazos del ancla. Con ello se introduce un cambio radical y se inicia el nacimiento de las anclas modernas en sus diversas variantes. En el Mediterráneo han sido hallados numerosos cepos de piedra con inscripciones grabadas en los mismos. Algunos de estos cepos son de grandes dimensiones, como el de Tarquinia de 2,5 m. de largo. Ocasionalmente, han sido hallados cepos de mármol.

Hacia el siglo IV a.C. se produce otra innovación importante en la construcción de las anclas: el plomo sustituye a la piedra en el cepo, conservándose la madera para el resto del ancla. Indudablemente, el plomo representaba ventajas sobre la piedra: mayor elasticidad y flexibilidad, y una gran densidad.

Finalmente, el hierro sustituye a la madera, de modo que nos encontramos con anclas de caña y brazos de hierro, con cepo de plomo, pudiendo ser, éste, móvil. Aunque parece que este tipo de ancla comienza a construirse hacia el siglo IV a.C., su uso se generaliza en la época de la Roma Imperial.

Al hacer este breve resumen de las anclas de la Antigüedad, necesariamente hemos de referirnos a las halladas en el lago NEMI y que han merecido el estudio de numerosos tratadistas. Como es conocido, allí se encontraron dos grandes naves, cuya construcción fue ordenada por Calígula. Las anclas halladas son dos: una de hierro, de unos 3 m. de largo, con un gran cepo móvil de plomo; la otra, es de madera de roble, zunchos de hierro y cepo de plomo y mide unos 5 metros.

El fondeo o cabo utilizado para izar a bordo el ancla estaba construido de fibra vegetal. Quizá las más usadas fueron el papiro y el esparto. Posteriormente, la cadena sustituyó a las fibras vegetales. La primera referencia que de ello tenemos se produjo durante el asedio de Tiro por las fuerzas de Alejandro, ya que durante la noche los nadadores de Tiro se acercaban sigilosamente a los barcos de Alejandro y les cortaban el cabo de fondeo del ancla. Para evitar estas acciones, se sustituyeron los cabos de fibra por las cadenas de hierro.

Los grandes barcos de la Antigüedad disponían de varias anclas: en el relato que se hace del viaje de San Pablo, el barco que naufraga frente a las costas de Malta dispone al menos de seis anclas.

## LA NAVEGACION.

La navegación marítima en sus orígenes, tenía dos características fundamentales: una derrota totalmente costera y tan sólo se navegaba de día. Los barcos navegaban



próximos a la costa, prácticamente de punta a punta, y poco antes del anochecer se elegía una playa en donde varar la nave y pasar allí la noche, para reemprender el viaje al alba del día siguiente. La navegación nocturna tan sólo tenía lugar cuando la urgencia por llegar lo requería o cuando no se encontraba una playa abordable.

Con el tiempo, los marinos de la Antigüedad se aventuraron a efectuar navegaciones nocturnas y conocer algunas estrellas que les sirviesen de orientación.

Probablemente, el orden de conocimiento que el hombre navegante tuvo de los astros fue el siguiente; fases de la Luna, desplazamiento de la Luna entre las estrellas, y la existencia de las constelaciones, la existencia de las Osas, y el conocimiento de la Polar. En los poemas homéricos se cita en ambas ocasiones a ambas Osas. Hesiodo se refiere a las Pléyades, y Plinio indica que los navegantes primitivos se guiaban por la estrella Polar, a la que llamaban estrella fenicia, ya que estos audaces navegantes se valían de su ayuda en sus largas navegaciones mediterráneas, puesto que conocían que la altura del Polo Norte sobre un lugar medía la latitud geográfica del mismo.

Otro medio del que se valieron los navegantes de entonces fue la suelta de pájaros, concretamente palomas y cuervos, los que después de evolucionar sobre la nave se dirigían a tierra, dando así "pistas" a los desorientados navegantes, quienes merced a este procedimiento tan poco científico conseguían su objetivo.

La capacidad de orientación de las palomas es bien conocida, sin embargo el cuervo se empleaba tanto o más que ésta, debido a que vuela más alto, es más resistente y se ve a mayor distancia.

El pasado verano se han realizado experiencias relacionadas con esta cuestión en el buque "Tartessos" de la Escuela Superior de la Marina Civil de Cádiz. Se procedió a la suelta de palomas, milanos y cuervos, teniendo en cuenta los factores atmosféricos, distancias a tierra más próximas, etc..

En cuanto a la estación navegable, recordamos lo que dice Hesiodo en "Los trabajos y los días": "Cincuenta días después de la conversación de Helios es el mejor tiempo para que naveguen los mortales". La conversación de Helios es, en realidad, el solsticio de verano. Aún cuando no es más que una expresión literaria, la mar durante una parte del año permanecía cerrada -"mare clausum"- . Durante este tiempo, los buques permanecían en puerto y las largas permanencias eran aprovechadas para reparaciones y puesta a punto antes de comenzar el buen tiempo. El periodo de inactividad comenzaba para los más arriesgados desde primeros de marzo y finalizaba en noviembre. Para los espíritus más timoratos, el período de navegación comenzaba el 27 de mayo y finalizaba el 14 de septiembre.

Durante la Antigüedad no se conocieron ningún tipo de cartas de navegación ya que los mapas trazados por Anaximandro y Hecateo de Mileto no tenían ese propósito. Sin embargo, sí existieron "periplos" -una especie de derrotero rudimentario en donde se reflejaban los accidentes geográficos más notables que podían encontrarse en una ruta-.

Las ayudas a la navegación en principio fueron nulas y más adelante empezaron a construirse algunos faros, especialmente en las proximidades de los grandes puertos.

El primer faro construido en la Historia es el de Alejandría, en la isla de Pharos, que ha dado nombre a todos los faros del mundo. La torre, de unos 180 m. de altura, fue construida por Sostrato de Cnido, bajo el reinado de Ptolomeo II (285-247 a.C.). Su luz se veía a 300 estadios (unos 55 kms.) según nos dice Flavio Josefo. Fue considerado como una de las siete maravillas del mundo.

## **LA METEOROLOGIA DEL MEDITERRANEO.**

Es evidente que los barcos de la Antigüedad tenían una enorme dependencia de la meteorología existente y ya hemos dicho que con carácter general, la navegación

sólo se efectuaba cuando las condiciones meteorológicas era, las más adecuadas. Vamos a describir, siquiera sea someramente, los dos elementos que más pudieron influir en la navegación.

En primer lugar, las corrientes. Es sabido que una de las ramas de la corriente de Portugal penetra en el Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar, fluyendo a lo largo de la costa del Norte de Africa hasta Cabo Bon; aquí se divide en dos ramas; una que continúa por el Mediterráneo, hasta Port-Said, y contorneando las costas de Israel y Líbano, inicia el retorno hacia el oeste por las costas de Turquía y el Sur de Europa; la otra rama, desde Cabo Bon se dirige hacia la costa norte de Sicilia, bañando las costas del Mar Ligur, retorna hacia el oeste a través de los Golfos de Génova y León, y posteriormente por las costas de España. Al ir contorneando las costas, la corriente va generando contracorrientes, formando pequeños circuitos, siempre en sentido contrario a las agujas del reloj, en los mares secundarios del Mediterráneo.

No obstante, hay que tener en cuenta que en todo el Mediterráneo la influencia de los vientos en la formación de las corrientes es muy importante, especialmente cuando hay coincidencia entre la dirección del viento y la de la corriente. Este hecho suele ocurrir, entre otros lugares, en el Golfo de León, en donde ocasionalmente pueden darse corrientes de 4 nudos, en las costas de Sete.

El Adriático tiene un sistema propio de bajas presiones, dando lugar a levantes y sudestes en las costas yugoslavas, y noroestes en la parte italiana.

Los vientos zonales de mayor importancia en el Mediterráneo son los siguientes:

\* Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.- Levantes, en ocasiones muy fuertes, que soplan en verano.

\* Golfo de Génova.- Mistral. Viento del noroeste duro y frío en todas las estaciones.

\* Malta.- Gregal. Viento frío del noroeste. Invierno.

\* Italia-Córcega-Libeccio.- Viento de componente oeste, con frecuencia intenso. Sopla todas las estaciones.

\* Costa norte de Africa y Sicilia.- Siroco. Viento cálido y seco, proveniente del desierto. Verano.

\* Adriático.- Bora. Viento duro y frío del noreste. Sopla en invierno.

\* Mar Egeo.- Estesios. Vientos violentos del norte que suelen ir acompañados de fuertes aguaceros. Verano.

\* Egipto y Libia.- Khamsin. Viento cálido y seco de componente sur. Abril a junio.

El conocimiento práctico que los hombres de la Antigüedad tenían de estos vientos lo demuestran los nombres que les fueron aplicados por griegos y romanos, y que son los que siguen:

<u>Dirección</u>	<u>Griego</u>	<u>Latín</u>
Norte	Boreas o aparateias	_____
Sur	Notos	Septentrio
Este	Euro	Auster
Oeste	Céfiro	Solanus
Nordeste	Kecias	Fabonius
Sudeste	Apeliota	Coecias
Sudoeste	Lips	Subsolanus
Noroeste	Argestes	Apicus Corus

Si los medios técnicos para navegar evolucionaron desde el comienzo de la navegación marítima se debe sin duda alguna a la necesidad que tuvo el hombre para competir, ya fuese en el terreno de la guerra o en el comercial. Desde la primera expedición comercial conocida, los cuarenta barcos enviados a BIBLOS en busca de

madera, el mundo del negocio marítimo precisó cada vez barcos más rápidos, más grandes y más seguros, y también puertos abrigados y con almacenes para alojar las mercancías. Ya no bastaba una playa en la que se varaba la embarcación; fue necesaria la construcción de emporios o puertos comerciales con una poderosa organización complementaria. Así nació Delos, y sobre todo el Pireo y Rodas. Atenas aportaba aceite de oliva y miel y sus famosas cerámicas. A cambio, recibía grano, en especial, el producido en la Rusia del sur, que le llegaba a través del Mar Negro.

Tras el paso fulgurante de Alejandro Magno, Atenas decayó y el centro comercial del Mediterráneo pasó a ser la Alejandría, regida por los Ptolomeos. El grano producido en el valle del Nilo alimentaba a las gentes del Mediterráneo Oriental. Pero no se acaba el comercio de Egipto con el grano; un antiguo producto suyo seguía cotizándose cada vez más: el papiro. Además, Egipto mantenía el lucrativo y exótico comercio del incienso y otros perfumes procedentes del oeste de Africa y las especias de la India, a través de la cual llegaban también las sedas de China. Todos estos productos eran reexportados en parte a todo el Mediterráneo, especialmente a Roma.

Los romanos, pese a su desdén por los asuntos de la mar, tuvieron un activo comercio marítimo, llegando a construir un extraordinario puerto: Portus -el actual Ostia- cerca de la desembocadura del Tíber y unido a éste canal : la Fossa Traiana.

De los magníficos negocios marítimos llevados a cabo por los romanos tenemos una muestra ciertamente exagerada, pero tal vez real, en el Satiricón de Petronio, en el relato en el que Trimalción, narra sus florecientes negocios marítimos: "En un solo viaje hice diez millones bien redondos de sestercios".

De las grandes cantidades de vino y aceite importados por Roma nos da testimonio el Monte Testaccio, formado con los restos de las ánforas rotas allí depositadas. Está visto que el envase no retornable no es un invento de las compañías multinacionales de refrescos.

Bien, ésta es, a grandes rasgos, una panorámica de la evolución de los medios de navegación en el Mediterráneo de la Antigüedad.

## **B I B L I O G R A F I A**

**ANDERSON, R.C.**

----: "Queen Hatsepsut's great lighter", en *Mariner's Mirror* vol. 11.

**ARROYO RUIZ-ZORRILLA, R.**

----: "Náutica faraónica I y II", en *Revista de Historia Naval* Nº 13 y 14.

**BALLARD, G.A.**

----: "Egyptian shipping of about 1.500 B.C..", en *Mariner's Mirror* vol. 23.

**BROSSARD, M.**

1976: *Historia Marítima Mundial*, Barcelona.

**CASSON, L.**

1969: *Los antiguos marinos*, Buenos Aires.

1971: *Ships and seamenships in the ancient world*, Princeton.

- FAULKNER.**  
 ----: **Egyptian seagoing ships.**
- FROST, H.**  
 ----: **Journal of Egyptian Archaeology, vol.26.**
- GIANFRONTTA, P.A.**  
 1980: **Finalita della ricerca subacquea archeologia subacquea.**
- HERODOTO**  
 1981: **Historias. Barcelona.**
- HOMERO**  
 ----: **La Odisea.**
- HUTCHINSON, R.W.**  
 1978: **La Creta prehistórica, Méjico.**
- LANDSTROM**  
 1970: **Ships of pharaons, Londres.**  
 ----: **El buque, Barcelona.**
- MARX, E.**  
 ----: **"Egyptian shippings", en Mariner's Mirror vol. 33.**  
 ----: **"The first recorded sea battle", en Mariner's Mirror Vol.32.**
- PALLARES, F.**  
 1961: **"Tipología y cronología preliminar de las anclas antiguas", en III Congreso Internacional de Arqueología Submarina, Barcelona, p.384-393.**
- PLINIO EL VIEJO**  
 1966: **Historia Natural, Méjico**
- ROUGE, J.**  
 1966: **Recherches sur l'organisation du commerce maritime en Méditerranée sous l'Empire Roman, Paris.**  
 1975: **La Marine dans l'Antiquite, Paris.**
- TORR, C.**  
 1895: **Ancient ships, Cambridge.**
- UCELLI, G.**  
 1950: **Le navi di Nemi, Roma.**

## **LAS PRIMERAS NAVEGACIONES Y CONTACTOS MARITIMOS EN EL MEDITERRANEO OCCIDENTAL.**

### **ELEMENTOS DE ARQUEOLOGIA PREHISTORICA LITORAL E INSULAR.**

**Jorge Onrubia Pintado<sup>1</sup>**

#### **INTRODUCCION**

Hace algunas décadas, hubiera parecido una pretenciosa e indocumentada osadía plantear tan siquiera la posibilidad de la existencia de auténticas navegaciones mediterráneas anteriores, en no pocas centurias, a los albores de la Historia. En el espíritu de los eruditos occidentales de principios de siglo, no cabía ninguna duda que "las cóncavas y azuladas naves" de los héroes homéricos, obligadas a abordar las costas de los confines occidentales del Mediterráneo en su accidentado viaje de retorno a Itaca, habían sido las primeras en surcar las aguas de este mar. Sin embargo, es un hecho generalmente admitido en la actualidad que varios milenios antes que las embarcaciones de las pujantes talasocráticas egeas se aventuraran hacia el poniente mediterráneo, tuvieran lugar las precoces fundaciones coloniales fenicias y griegas en el Occidente o se efectuaran los primeros grandes periplos de la Antigüedad, las sociedades prehistóricas asentadas en las comarcas occidentales del Mediterráneo practicaban una navegación marítima de cierta envergadura.

Con absoluta seguridad, las travesías de estrechos y canales y, fundamentalmente, la frecuentación, y ulterior ocupación y poblamiento, de islas y archipiélagos en fecha temprana, constituyen los argumentos, si no exclusivos, cuando menos más relevantes para postular la presencia de contactos marítimos prehistóricos en el área que nos ocupa. Aun así, como acertadamente ha señalado el profesor G. Camps, en alguna de sus múltiples monografías consagradas a esta cuestión<sup>2</sup>, el carácter pertinente que tienen los espacios insulares en la determinación del auténtico alcance de las navegaciones prehistóricas, decrece considerablemente en lo que concierne a las islas litorales muy próximas al continente. Tal es el caso, por ejemplo, de las islas de la costa provenzal, de Elba, de las islas Pontinas o de los escasos islotes e islas que bordean el litoral mediterráneo norteafricano y peninsular, que todavía permanecían unidos a tierra firme, como demuestran los datos paleogeográficos en los que más adelante insistiremos, cuando se inauguran las primeras verdaderas travesías marítimas hace más de ocho mil años, en los últimos compases de la transgresión versiliense. Sicilia, por su parte, ha de considerarse como una vasta extensión insular

---

<sup>1</sup> L.A.P.M.O(U.A. 164 du C.N.R.S.) Aix-en-Provence.

<sup>2</sup> Entre esta larga nómina de interesantes trabajos es necesario destacar: G. Camps, 1976a y b, 1977, 1979, 1981, 1982b, 1986 y G. Camps y A. D'Anna, 1980.

de la vecina Calabria, puesto que el estrecho de Mesina no sobrepasa actualmente una distancia media de 3 kms.; en tanto que las relaciones prehistóricas ibero-magrebíes, a través de Gibraltar, plantean notables dificultades de orden técnico. Las condiciones físicas adversas de este brazo de mar, que en su parte más angosta no supera hoy en día la quincena de kms., exigen el concurso de conocimientos y medios náuticos bien desarrollados, a partir del momento en que los contactos entre ambas riberas del Mediterráneo se hacen tan poco ocasionales como indiscutibles, con la aparición de los primeros grupos neolíticos.

Pese al relativo desconocimiento del más remoto pasado de algunos de los territorios bañados por el Mediterráneo occidental, particularmente notable en lo que respecta a sus islas y archipiélagos, es obvio que los progresos efectuados en el campo de la investigación arqueológica en el curso de los dos últimos decenios, permiten vertebrar, en la actualidad, un armazón secuencial y cronológico, tan útil y suficiente como ciertamente incompleto, de la prehistoria de este área. Si los escasos y controvertidos documentos que parecen probar la existencia de relaciones inter-mediterráneas de componente marítimo durante el dilatado desarrollo de los tiempos paleolíticos, demandan una prudente valoración; la intensificación, cuando no la puesta en marcha de estas navegaciones en un momento inmediatamente anterior a la proliferación de las sociedades de economía productora, no ofrece ninguna duda. A las fechas absolutas obtenidas para la más antigua presencia humana en el conjunto sardo-corso, han de unirse los datos suministrados por los primeros asentamientos neolíticos de las comarcas ribereñas del Occidente mediterráneo. Es innegable que acaso superada, en el campo de la arqueología, la ya vieja polémica difusionismo/evolucionismo, que enfrentaba de forma irreconciliable a los partidarios de los omnipresentes estímulos foráneos con los defensores de las pujantes e irreductibles tradiciones locales, parece imponerse el convencimiento generalizado de que, en efecto, las primeras cerámicas y los animales domésticos más antiguos fueron introducidos en el Mediterráneo occidental desde regiones más orientales, muy probablemente por vía marítima. Evidentemente, las áreas insulares no semejan constituir una excepción a esta suerte de regla, máxime cuando el floreciente tráfico de obsidiana da cumplido testimonio de la amplitud e importancia de las navegaciones prehistóricas en estos territorios, incluso con anterioridad al más temprano neolítico.

## **I. EL LITORAL OCCIDENTAL DEL MEDITERRANEO. CARACTERISTICAS PALEOGEOGRAFICAS E IMPLICACIONES ARQUEOLOGICAS**

El desarrollo de importantes fases de glaciación constituye, junto con la aparición del hombre, uno de los criterios significativos habitualmente retenidos para marcar el inicio de los tiempos cuaternarios. En efecto, aun cuando el fenómeno glaciario no pueda en modo alguno limitarse al Cuaternario, como han puesto de manifiesto numerosos trabajos de investigación (cf. J. Chaline, 1985, p. 23), parece seguro que es en el transcurso de Pleistoceno cuando los glaciares conocen su máxima extensión, sepultando bajo los hielos una gran parte de Europa y de América del Norte. En líneas generales, los períodos glaciares e interglaciares coinciden, respectivamente, con una dinámica global de mínimos y máximos niveles marinos provocada por las alteraciones térmicas que están en el origen, en unos casos, del avance del *inlandis* y, en otros, de la fusión de las masas de hielo que lo integran. Los movimientos eustáticos de este tipo no sólo modifican notablemente la configuración y delineación de las costas, sino que ocasionan, al alterar la distribución de los centros de acción atmosféricos y de las masas de aire boreal y austral, fluctuaciones climáticas de innegables implicaciones paleoambientales.

	EDAD B.P.	FLUCTUACION NIVEL MAR.	CRONOLOGIA MARINA		PREHISTORIA
			MEDITERRANEO	MARRUECOS	
Holo.	10 Ka 20 Ka		VERSIL IENSE	MELLAH IENSE	NEOLITICO
PLEISTOCENO			TIRRENIENSE	OULJIENSE	PALEOLITICO SUP. ATERIENSE MUSTERIENSE
	0,3Ma		SICIL IENSE	ANFATIENSE	ACHELENSE
	0,7Ma		CALABRIENSE	MESSAOUDIENSE	PRIMERAS IND. BIFACIALES
	1,9Ma		PLIOCENO		PEBBLE CULTURE
PLIOC.				?	

*Cuadro 1. Recapitulativo de correlación entre ciclos marinos cuaternarios, variaciones glacio-eustáticas y cronología prehistórica convencional. La cronología marina recoge las equivalencias de los episodios mediterráneos y marroquíes. La columna "Prehistoria" hace referencia a complejos culturales tanto de facies europea como específicamente norteafricana.*

El carácter global de los fenómenos glacio-eustáticos ha hecho que la cuenca occidental del Mediterráneo no haya permanecido ajena a esta sucesión de fases transgresivas y regresivas (cuad. 1). No obstante, la determinación de la intensidad y el alcance real de estas variaciones del nivel del mar, así como la fijación de sus cotas máximas y mínimas, están lejos de concitar la más precaria unanimidad. La incidencia, aun no suficientemente calibrada, de acciones neotectónicas locales y la existencia, generalmente admitida, de pequeños episodios de signo contrario en los movimientos de descenso y remontada de las aguas marinas, añaden nuevos elementos de confrontación. En cualquier caso, los intentos para establecer con precisión la sucesión de niveles marinos cuaternarios en el Mediterráneo, que en las regiones poco deformadas semejan escalonarse entre + 40 m. y - 150 m. (J. Chaline, 1985, p. 165), menudean en la actualidad. A la larga nómina de trabajos publicados en los últimos años<sup>3</sup>, ha de sumarse un importante número de investigaciones en curso dentro del marco del proyecto 200, **Sea-level Correlations and Applications**, del Programa Internacional de Correlaciones Geológicas (I.G.P.C.) desarrollado bajo el patrocinio de la U.N.E.S.C.O..

Parece fácilmente comprensible el decisivo interés que poseen, para el propósito que nos ocupa, las reconstituciones paleogeográficas del litoral occidental del Mediterráneo. Al margen de las dificultades de orden metodológico ya reseñadas, resulta indispensable determinar, con un mínimo margen de error, cual era, en el

<sup>3</sup> Consultar, entre otros: E. Bonifay, 1975; A. Clark et al., 1978; J.C. Shackleton et al., 1984; R. Paskoff, 1987; y algunos de los estudios incorporados a las recopilaciones editadas por P.M. Masters y N.C. Flemming (1983) y F. López-Vera (1986).

momento de iniciarse las primeras travesías y navegaciones prehistóricas, la exacta configuración de las costas, la extensión de plataforma continental entonces emergida, el número de islas unidas a tierra firme, o la dimensión de estrechos y canales. Las indicaciones procedentes de las fluctuaciones globales del nivel del mar y los datos suministrados por la batimetría actual permiten obtener, en no pocas ocasiones, valiosas precisiones sobre estas cuestiones.

Aun cuando al abordar más adelante el problema de las travesías paleolíticas hagamos referencia a ciertos elementos paleogeográficos, ya hemos señalado que los testimonios más fiables sobre las primeras navegaciones prehistóricas mediterráneas se acumulan a partir del Holoceno. La cartografía tomada de un interesante trabajo de J.F. Cherry (1984), permite visualizar a título de comparación, de forma tan neta como tal vez excesivamente simplista, la distribución de tierras y superficie marítima en dos momentos cronológicos. Hacia el 18.000 B.P., que coincide con el final de la última glaciación, el Würm, el nivel medio del Mediterráneo se encontraba unos 120 m. por debajo del actual. Inmediatamente antes de iniciarse, pues, la transgresión versiliense (E. Bonifay, 1973), conocida como *mellahiense* en el litoral marroquí (J.H. Texier et al., 1986), se hallaban emergidas importantes extensiones de plataforma continental en el Levante español, el Golfo de León, el norte del Adriático y el litoral oriental del actual Túnez; aparecían conectados numerosos grupos insulares y se había transformado en un auténtico istmo el estrecho de Messina, aunque no el de Gibraltar, excesivamente profundo. Sin embargo, hace unos 9.000 años, cuando el rápido ascenso de las aguas del mar sitúa el nivel de éstas alrededor de - 30 m., la geografía de la cuenca occidental del Mediterráneo es radicalmente distinta a la del inicio de este período transgresivo. Únicamente la gran extensión de las comarcas orientales tunecinas, con las islas Kerkenna y Djerba aun incorporadas a tierra firme y la inexistencia del actual y dilatado Golfo de Gabes (cf. R. Paskoff y P. Sanlaville, 1983), el "puente" sardo-corso y las islas litorales todavía conectadas con el continente o Sicilia, como Elba, el archipiélago Pontino o el grupo de la Egatas, distancian, en buena medida, el Mediterráneo occidental de inicios del Holoceno de su presente configuración. El paulatino proceso de ascenso del nivel del mar, más lento que en los milenios anteriores, hace que en torno a 7.000-6.000 B.P., momento en el que el neolítico parece plenamente afirmado en el Occidente mediterráneo, las líneas de costa se situarán entre 15 y 20 m. por debajo del umbral actual (P.M. Masters y N.C. Flemming, 1983, p. 610). Los yacimientos neolíticos sumergidos bajo las aguas de las albuferas del Midi mediterráneo francés (J. Guilaine et al., 1984; D. Fonquerle, 1985) o del litoral del Levante español<sup>4</sup>, sólo localizados por el azar de un dragado o una afortunada inmersión, constituyen quizá los mejores argumentos del retroceso de las líneas costeras en este período.

Las implicaciones arqueológicas de los datos paleogeográficos hasta aquí expuestos son múltiples y no se reducen con exclusividad, como pudiera inicialmente pensarse, a los problemas metodológicos e interpretativos planteados por los asentamientos costeros ocupados en un momento de altos o bajos niveles marinos. Si estos últimos yacimientos, que abarcan un marco cronológico que va desde el Paleolítico hasta la plena Edad del Hierro ( P.M. Masters y N.C. Flemming, 1983; R. Montes, 1985),

---

<sup>4</sup> Una información oral facilitada por nuestro buen amigo V. Antona del Val, director del Museo y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas, hace referencia al hallazgo, y posterior expolio, en el litoral próximo a Cartagena de una cavidad submarina con abundante material neolítico. Queremos aprovechar esta ocasión para hacer llegar a V. Antona nuestra más sincera gratitud por su cordial invitación a participar en el I Seminario de Arqueología Subacuática. El texto que aquí desarrollamos reproduce, en sus líneas esenciales, la conferencia que en su día tuvimos ocasión de pronunciar en el marco, inmejorable y amistosamente acogedor, de este encuentro.



poseen un evidente interés para la arqueología submarina; las características físicas del litoral occidental del Mediterráneo en el transcurso de los últimos milenios no deben ser obviadas en lo que hace referencia a las primeras navegaciones. De alguna manera, estas propiedades permiten ilustrar el alcance real y las modalidades de estos contactos marítimos entre grupos humanos prehistóricos, sus eventuales medios de navegación o su posible bagaje de recursos náuticos.

Por lo tanto, a partir del 9.000 B.P., cuando el conocimiento y la frecuentación de las islas del Mediterráneo occidental es un hecho indiscutible, como más adelante tendremos ocasión de comprobar, las distancias que debían franquear las embarcaciones prehistóricas eran, salvo en contadas excepciones, virtualmente análogas a las actuales. En este momento, no nos encontramos exclusivamente, pues, ante travesías de fortuna de estrechos brazos de mar o fragmentarios recorridos de cabotaje, sino, también, ante navegaciones de considerable altura que sobrepasan ampliamente, en ocasiones, el centenar de kilómetros.

Por otro lado, parece casi absolutamente seguro que la distribución de vientos y corrientes superficiales en la mitad occidental del Mediterráneo no debía distar, en demasía, de la situación que conocemos hoy en día. El desarrollo del estrecho de Gibraltar, muy próximo a su presente conformación, no dificultaba, como en milenios anteriores, el intercambio de aguas entre el Océano Atlántico y el Mediterráneo; mientras que la distribución de los centros de acción atmosféricos y, en consecuencia, del régimen de vientos era muy probablemente en todo similar a la actual, ya que la transgresión versiliense estaba prácticamente ultimada. Según el *Derrotero* de las costas mediterráneas (Derrotero, 1983), las corrientes de este mar son, mayoritariamente, superficiales y temporales, causadas por el viento cuando ha soplado de forma continua de algún cuadrante. Sin embargo, también hay una corriente general del agua que entra hacia el E. en la superficie a través del estrecho de Gibraltar y contornea la costa de Africa, por el canal de Malta, hasta Port-Said. La circulación de superficie fundamental en el Mediterráneo occidental, que sigue un movimiento en sentido contrario a las agujas del reloj, está organizada en torno a una rama de la corriente principal que corre a lo largo del N. de Sicilia, remonta la costa occidental de Italia y, más tarde, transcurre por el litoral meridional francés y la costa E. peninsular. Por lo que respecta a los vientos, es importante señalar que en este área geográfica predominan los levantes durante dos tercios del año, aunque es más frecuente que lleguen a este mar los ponientes oceánicos que a la inversa (J.J. Jaúregui, 1949). La práctica totalidad del litoral occidental del Mediterráneo está constituido por tierras altas, accidentadas y de fácil reconocimiento. Además, la existencia de numerosas islas, bastante elevadas en muchos casos, hace que la extensión de mar desde donde no se divisa tierra alguna sea bastante restringida (G. Shüle, 1970, fig. 1); sobre todo en los meses de invierno, cuando, con buen tiempo, la atmósfera es muy transparente y son visibles las costas en cuanto asoman por el horizonte.

Ciertamente, las consecuencias que se derivan para las navegaciones prehistóricas de estos condicionamientos físicos, son tan evidentes que hacen innecesario insistir en ellas con alguna prolijidad. Los trabajos ya citados consagrados a esta cuestión, son tan ilustrativos como accesibles y a ellos remitimos para cualquier indicación suplementaria.

## II. LA CUESTION DE LAS "TRAVESIAS" PALEOLITICAS

La hipotética existencia de una actividad marítima en el Mediterráneo, y muy especialmente de contactos euroafricanos, durante el Paleolítico ha provocado la proliferación de una abundante literatura arqueológica de desigual valor; aun cuando parezca unánimemente aceptado que los animales marinos frecuentemente representados por los hombres del Magdalenense, fundamentalmente salmones y

focas, sean precisamente los únicos capaces de remontar los cursos de agua interiores. Con todo, la certeza de la práctica de travesías marítimas de envergadura en otras partes del planeta en un momento sorprendentemente antiguo -los primeros grupos humanos llegan a Australia, verosíblemente a través del dilatado estrecho de Torres, hace más de 35.000 años (P.M. Masters y N.C. Flemming, 1983) - obliga a reconsiderar, con algún detenimiento, esta controvertida cuestión.

El área de dispersión en Europa de un instrumento lítico tradicionalmente vinculado a las industrias achelenses de facies africanas, el hendedor, ha hecho sugerir a M. H. Alimen (1975) la posibilidad de rastrear relaciones intercontinentales a partir del Paleolítico inferior. Esta autora, basándose en los datos batimétricos actuales, la sedimentación efectuada desde los tiempos paleolíticos, las variaciones glacio-eustáticas durante el Riss y las modificaciones tectónicas, ha emitido la hipótesis de la formación de "istmos continentales", atravesados en el peor de los casos por limitados brazos de mar, en el estrecho de Gibraltar y en el canal sículo-tunecino. Estos "puentes" permitieron a los grupos achelenses magrebíes alcanzar, siempre según Alimen, las riberas mediterráneas europeas. A pesar de todo, esta sugestiva teoría está lejos de concitar una completa unanimidad. Si, en efecto, un fenómeno de convergencia lineal parece descartado para explicar satisfactoriamente estos paralelismos ergológicos, el factor de discrepancia se sitúa en la forma en cómo estos estímulos norteafricanos han alcanzado las costas sicilianas o andaluzas. Mientras que algunos especialistas, como G. Camps (1982a, p. 3), abogan por la necesidad de admitir una auténtica travesía marítima en época achelense, que sorprendentemente careció de continuidad hasta el Neolítico; otros, en cambio, se alinean sin ambages junto a la tesis de los istmos intercontinentales propuesta por M.H. Alimen (G. Souville, 1983, p. 410).

Si los contactos entre el S. de la Península Ibérica y el Magreb a través de Gibraltar, no parecen totalmente imposibles durante los episodios regresivos de Riss, sean aquellos "terrestres" o de carácter incontestablemente marítimo; no semeja ocurrir lo mismo en el último período glaciario. Tal y como ha mostrado el profesor Camps (1982a), las eventuales relaciones hispano-marroquíes de cronología würmiense, defendidas, entre otros, por una auténtica escuela española animada por L. Pericot, a partir de las presuntas similitudes detectadas entre las industrias líticas del Ateriense norteafricano y el Solutrense ibérico (cf. G. Camps, 1982a; G. Souville, 1983), han de ser abiertamente cuestionadas. Sin embargo, un reciente estudio de síntesis sobre el Ateriense marroquí (A. Debénath et al., 1986), vuelve a poner de actualidad este problema. Según este trabajo, no se puede descartar de forma definitiva que las poblaciones aterienenses, empujadas por un medio paleoambiental cada vez más hostil y la presión de los primeros grupos iberomaurusienses, de origen suritálico<sup>5</sup>, hayan franqueado el estrecho de Gibraltar en un momento de bajo nivel marino. Es más, las nuevas referencias cronológicas de que disponemos no semejan contradecir la posibilidad, como hemos visto frecuentemente evocada, de la génesis aterienense del Solutrense hispano (A. Debénath et al., 1986, p. 244).

Ya indicamos, en la introducción que precede a estas líneas, que el escaso desarrollo actual del estrecho de Messina cuyo fondo ha emergido en periodos de bajo nivel marino, obliga a considerar la isla de Sicilia y el sur la Península Itálica como un solo conjunto relativamente homogéneo. No es, por lo tanto, extraño que la presencia humana esté atestiguada en este área insular desde los complejos industriales de cantos trabajados (S. Tusa, 1983). Los asentamientos achelenses de

---

<sup>5</sup> Esta innovadora y curiosa hipótesis, ya desarrollada por D. Ferembach en un reciente estudio consagrado al origen de las poblaciones iberomaurusienses (D. Ferembach, 1985), ha sido abiertamente combatida por el profesor Camps (1985).

S. Stefano di Quisquine o Rocca del Vruaro inauguran una continua ocupación que alcanza su más notable densidad en pleno Paleolítico superior; periodo en el que el arte rupestre hace su aparición en numerosas cavidades del litoral que une el territorio de Palermo con la ciudad de Trapani (P. Graziosi, 1973, p. 49 y ss. ; S. Tusa, 1983, p. 53 y ss.). Es precisamente en este momento, a caballo entre el final del Paleolítico y las primeras culturas epipaleolíticas, cuando se documentan los más antiguos yacimientos del archipiélago de las Egatas, todavía unidas al occidente sículo, en las islas de Levanzo y Favignana (S. Tusa, 1983).

Tal vez la emersión de lenguas de tierra firme o la exigüidad de los brazos de mar a atravesar basten, por sí solas, para que no parezcan excesivamente sorprendentes las más precoces ocupaciones humanas de Sicilia o la hipotética arribada de elementos paleolíticos norteafricanos a la Península Ibérica. Aun así, en este contexto, los controvertidos testimonios de sitios arqueológicos sardos de cronología paleolítica adquieren una especial relevancia y abren numerosos interrogantes. Por un lado, faltan argumentos definitivos en torno al supuesto hogar musteriense descubierto en los años 50 en el Dorgalese, sobre la costa oriental de Cerdeña (E. Atzeni, 1985, p. XXI) y, por otro, los recientes hallazgos de superficie procedentes de seis localidades del curso del Río Altana próximas a Perfugas, en el norte de la isla, han de ser valorados con extremada prudencia (F. Martini y G. Pitzalis, 1981). El utillaje lítico de estos yacimientos de la zona del Sassarrese, descrito como clactoniense y atribuido al Paleolítico inferior carece de garantía estratigráfica alguna y de toda exacta determinación de su marco geomorfológico. Por último, la presumible presencia humana en el nivel C de la cueva de Corbeddu en Oliena, que ha arrojado una fecha 14C de 13.590  $\pm$  140 B.P., sólo obedece a evidencias indirectas tomadas de la existencia de restos óseos de *Megaceros* aparentemente modificados (Y. Sondaar et al., 1984). En todos estos casos, y al margen de las dudas que puedan subsistir sobre la adscripción cultural y cronológica de estos elementos, es incontestable que para abordar las costas de Cerdeña, incluso en condiciones óptimas de bajo nivel marino, se requiere efectuar un recorrido marítimo de considerable importancia. Aún cuando se utilizara una vía de recalada N-S a través del litoral de Córcega, seguramente la más practicable, sería preciso franquear los 50 kms. de distancia que separaban, durante los episodios regresivos, el extremo noroccidental de esta isla de la entonces "península" de Elba. Ciertamente esta travesía no se nos antoja tan fácil y cómoda como para otorgarle el carácter casi sistemático que parecen sugerir las evidencias arqueológicas.

### III. OCUPACION Y POBLAMIENTO PREHISTORICOS DE LAS ISLAS DEL MEDITERRANEO OCCIDENTAL. ELEMENTOS CRONOLOGICOS, CULTURALES Y ANTROPODINAMICOS.

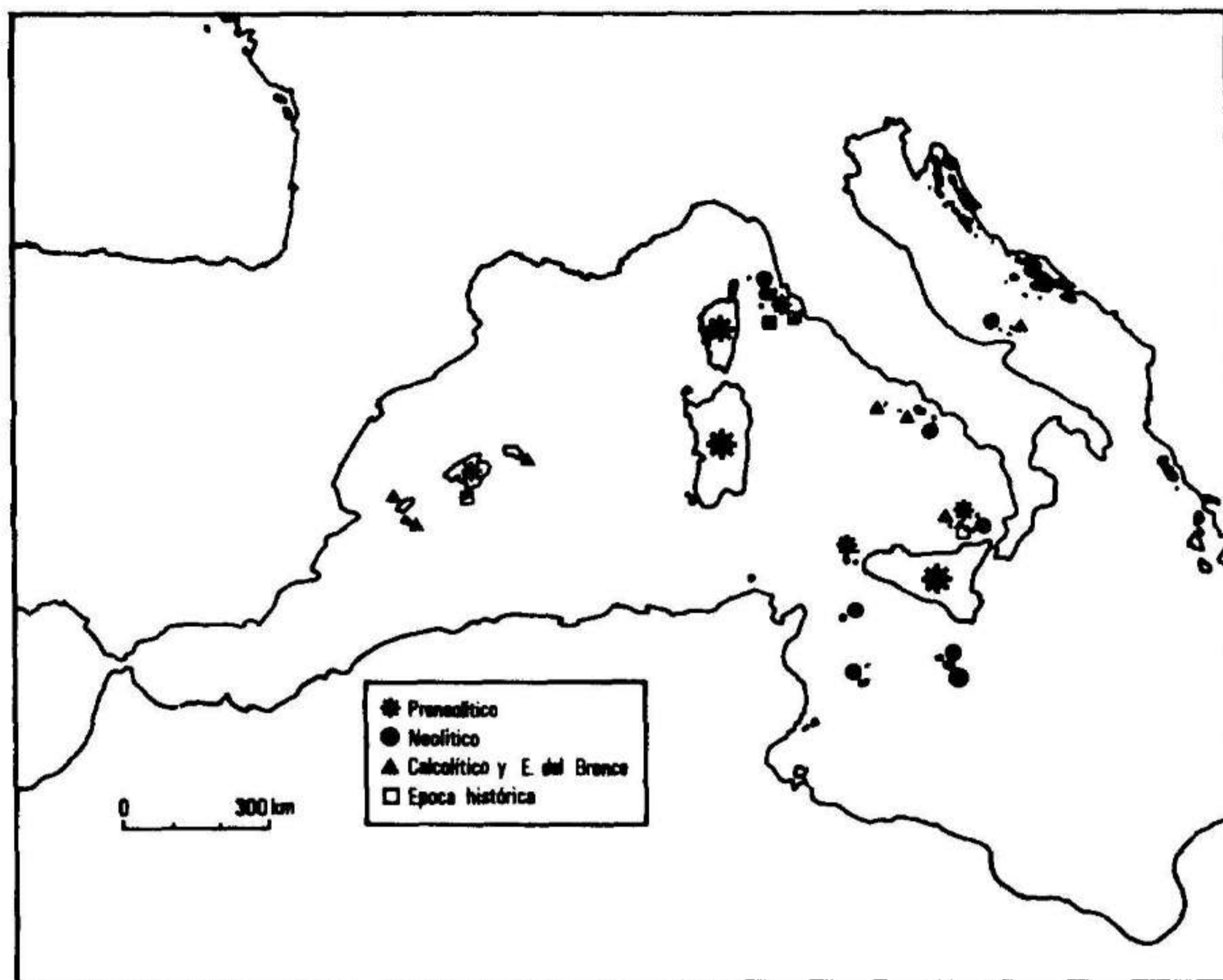
Parece innegable que, en el marco de los estudios biogeográficos, los análisis que tienen por objeto las áreas insulares están llamados a desempeñar un papel fundamental (R.J. MacArthur y E.O. Wilson, 1967). La existencia de un espacio de fronteras explícitamente definidas, el aislamiento relativo, el carácter específico y siempre limitado de los recursos naturales, la reducción significativa de la competencia exterior y, consecuentemente, la preservación de determinados rasgos arcaicos o sorprendentemente anacrónicos, en correlación permanente con una vulnerabilidad e inestabilidad extremas, se configuran como las propiedades más pertinentes de los ecosistemas de las islas (J. Blache, 1951; F.R. Fosberg, 1963). Estos caracteres físicos, íntimamente ligados a las particularidades de las "culturas insulares" (A.P. Vayda y R.A. Rappaport, 1963), van cuando menos a condicionar, tanto la dinámica y los modelos de ocupación de los territorios de las islas, como la evolución y las

AREA INSULAR	SUPERF. KM <sup>2</sup>	DIST. KM (1)	LOCALIDAD-YACIMI. TIPO	ATRIBUCION CULTURAL	CARACTERISTICAS	DATAION 14 C B.P. (2)	REF. BIBLIOGRAFIA
LAMPEDUSA	20	130		Neolítico antiguo evolucionado	Cerámica impresa tipo Stentinello. Presencia de obsidiana procedente de Pantelleria.	V-IV mil.a.C.	G.Radi, 1972 cf G.Campa, 1986
PANTELLERIA	82	72		Neolítico antiguo	Ocupaciones neolíticas más antiguas desconocidas. Testimonios indirectos de frecuentación: Presencia de obsidiana de Pantelleria en Lampedusa, Malta, Sicilia, Provenza y Tónez (Kef Hamda 7610±125 B.P.; 7445±125 B.P.)	VI-V mil.a.C.	J.Courtin, 1983 G.Campa, 1986
ARCHIPIELAGO MALTES Malta	237	250	Bkurba	Neolítico antiguo evolucionado	Cerámicas impresas de la fase Ghar Dalam de afinidades stentinelleanas. Presencia de obsidiana de Lipari.	6.140 ± 160	D.J.Evans, 1971 y 1984
SICILIA	25.708	3	Grotta dell'Uzzo	Mesolítico	Nivel F/13: Inmediatamente anterior al nivel cerámico	8.130 ± 80	J.Guilaine, 1981 S.Tusa, 1983
			Grotta dell'Uzzo	Neolítico antiguo	Niveles F/7-9: Cerámicas impresas preentinelleanas a caso paralelizables con el ejemplar cardinal de San Calogero. Aparecen a partir del nivel F/12 (sin datar).	6.940 ± 70	
			Stentinello	Neolítico antiguo evolucionado	Facies con cerámicas impresas e incisas, a veces con incrustaciones de pasta blanca. Documentada en la parte oriental de la isla (Megara Hyblaea, Uzzo, Kronio)	V mil. a.C.	
ISLAS EGATAS Levanzo	13	38	Grotta Genovese	Epipaleolítico	Niveles epigravetienses asociados a grabados rupestres.	11.180 ± 120	G.Daniel y J.D. Evans, 1975 G.Campa, 1976a S.Tusa, 1983
			Grotta di Cala di Genovesi	Neolítico antiguo	Tipos cerámicos impresos	V mil. a.C.	
ISLAS EOLIAS Lipari	38	66		Epipaleolítico-"Pre-neolítico"	Ocupaciones de este periodo desconocidas. Testimonios indirectos de frecuentación: Presencia de obsidiana de Lipari en Liguria (Arma del lo Stefanin, niv.V, mesolit.: 8400±100 B.P.).	VII mil.a.C.	L.Bernabo Brea, 1952; 1960 M.Cavalier, 1979 J.Courtin, 1983 S.Tusa, 1983 G.Campa, 1986
				Neolítico antiguo	Ocupaciones de este periodo desconocidas. Testimonios indirectos de frecuentación: Presencia de obsidiana lipariota en Praia da Mare (Grotta della Madonna: 7555±85 B.P.).	VI mil. a.C.	
			Castellars Vecchio	Neolítico antiguo	Cerámica impresa tipo Stentinello (también documentada en la Acrópolis de Lipari y Diana). Testimonios indirectos de frecuentación: Presencia de obsidiana de Lipari en Sicilia, Malta, Calabria, Provenza y Argelia.	V mil. a.C.	

Cuadro 2. Atribución cultural y cronológica de la más antigua frecuentación y ocupación humanas de las islas del Mediterráneo Occidental.

AREA INSULAR	SUPERF. KM <sup>2</sup>	DIST. KM (1)	LOCALIDAD-YACIMI. TIPO	ATRIBUCION CULTURAL	CARACTERISTICAS	DATAION 14 C B.P. (2)	REF. BIBLIOGRAFICA
CORCEGA	8.722	87	Curacchiàghiu	"Preneolítico"	Estrato VIII (anterior a niveles neolíticos). Material lítico pobre y atípico asociado a restos de <u>Prolaqus corsicanus</u> y moluscos.	8.560 ± 170	F. de Lanfranchi y M. Gl. Weiss, 1977 G. Camps, 1981; 1986
			Araguina-Sennola	"Preneolítico"	Estrato XVIII, acerámico, que fosiliza una sepultura más antigua que ha proporcionado un esqueleto femenino.	8.520 ± 150	
			Basi	Neolítico antiguo	Nivel 7: Facies cardial particular (también presente en el Abrigo D' de Filitosa).	7.200 ± 150	
			Curacchiàghiu	Neolítico antiguo	Estrato VI C: Cerámica impresa no cardial, análoga a la documentada en el nivel XVII de Araguina-Sennola.	7.600 ± 180	
CERDEÑA	24.089	205	Corbeddu	"Preneolítico"	Evidencias de ocupación humana inciertas. Restos calcinados de <u>Prolaqus sardus</u> subyacentes a un nivel neolítico. Testimonios indirectos de frecuentación: Presencia de obsidiana sarda en los niveles preneolíticos de Curacchiàghiu.	9.120 ± 380	E. Contu, 1980 J. Courtin, 1983 D. Trump, 1984 E. Atzeni, 1986 G. Camps, 1986
			Bu Carroppu	Neolítico antiguo	Facies cardial del S. de la isla, también representada en su fase final en Grotta Filisstru (6710 ± 75 B.P.). Industria lítica de obsidiana de tradición mesolítica.	VI-V mil. a.C.	
			Grotta Verde	Neolítico antiguo	Facies de afinidades cardiales del N. de la isla (caso más reciente). También documentada en Grotta dell'Inferno y Grotta del Monte Maggiore. Testimonios indirectos de frecuentación: Presencia de obsidiana sarda en la Fendula Italiana, Provenza, Cataluña y Córcega (Basi y Curacchiàghiu).	VI-V mil. a.C.	
ISLAS BALEARES Mallorca	3.740	167	Muleta	"Preneolítico" (?)	Huesos humanos asociados a <u>Myotragus balearicus</u> , subyacentes a otro nivel que también ha documentado restos humanos sin contexto arqueológico alguno (5934 ± 109 B.P.). Presencia humana difícilmente interpretable.	7.135 ± 80	W. H. Waldren, 1982 a y b G. Camps, 1986
			Son Matge	"Preneolítico" (?)	Nivel de carbón que incluía un núcleo lítico. Presencia humana difícilmente interpretable.	5.750 ± 150	
			Son Matge	Neolítico	Niveles 23-26: Aparición de las cerámicas más antiguas, asociadas a <u>Myotragus balearicus</u> y animales domésticos.	4.650 ± 120	

1. las distancias indicadas se refieren al área continental más próxima (J.F. Cherry, 1981).
2. las fechas 14 C se han expresado siempre en años B.P., donde no se disponía de dataciones absolutas, se ha optado por suministrar una cronología aproximada en años de calendario.



*Cuadro 2. Atribución cultural y cronológica de la más antigua frecuentación y ocupación humanas de las islas del Mediterráneo Occidental.*

modificaciones culturales, e incluso biológicas, de los grupos humanos allí asentados (J.D. Evans, 1973; J.F. Cherry, 1981; J.L. Bonniol, 1984).

En este orden de cosas, es fácil comprender que islas y archipiélagos se hayan convertido en el curso de los últimos años, gracias al notable desarrollo de las investigaciones regionales de carácter pluridisciplinar, en una suerte de privilegiados "laboratorios", no sólo para el estudio de ciertas poblaciones prehistóricas o subactuales, sino, también, para la delimitación del alcance real de su interacción con el medio físico. La literatura arqueológica anglosajona ha proporcionado acaso los mejores ejemplos de esta prometedora aproximación metodológica a los espacios insulares<sup>6</sup>.

Sin ningún género de dudas, la cuestión de la frecuentación, ocupación y ulterior poblamiento de las islas del Mediterráneo occidental a partir del Holoceno, va a suministrar, como hemos reseñado más arriba, las precisiones necesarias para determinar la auténtica dimensión de las navegaciones prehistóricas en este mar, sus implicaciones culturales y cronológicas, sus eventuales características técnicas o los vectores antropodinámicos que las originan. El cuadro adjunto (cuad. 2) y la figura que lo ilustra (fig. 1), referidos con exclusividad a las unidades insulares *a priori* más significativas<sup>7</sup>, intentan resumir algunos de estos elementos, a fin de evitar pormenorizadas descripciones probablemente tan extensas como inútiles.

<sup>6</sup> Ver: *Island Archaeology*, 1977; C. Renfrew y M. Wagstaff, 1982; J.F. Cherry, 1984; P.V. Kirch, 1986.

<sup>7</sup> Se puede encontrar un catálogo más completo y exhaustivo de las unidades insulares del Mediterráneo occidental en J.F. Cherry, 1981.

Resulta evidente el comportamiento relativamente diverso de los cuatro bloques insulares susceptibles de ser individualizados: las islas del canal sículo-tunecino (Lampedusa, Pantelleria y Malta), Sicilia y sus áreas satélites (islas Egatas y Eolias), el conjunto sardo-corso y el archipiélago balear. Mientras las comarcas del primer grupo aparecen frecuentadas, e incluso ocupadas<sup>8</sup> desde el Neolítico temprano, a pesar de su singular aislamiento; Sicilia y sus archipiélagos adyacentes documentan una continuidad poblacional desde los asentamientos humanos paleolíticos, como ya vimos fácilmente explicable aduciendo únicamente argumentos físicos y paleoambientales. La primera presencia humana en las Eolias se remonta a los inicios de Holoceno, si atendemos a la existencia de obsidiana lipariota en el horizonte mesolítico ligur. Con todo, las relaciones entre las unidades de estos dos conjuntos, cuyo alcance exacto desconocemos por el momento, están suficientemente garantizadas por el modo de dispersión de las cerámicas impresas de tipo Stentinello y la industria lítica de obsidiana, de la que nos ocuparemos en el próximo capítulo.

En Córcega y Cerdeña, las ocupaciones humanas preneolíticas, que tal vez se remonten en el caso sardo, como hemos tenido ocasión de comprobar, a un Paleolítico todavía mal definido, parecen casi absolutamente seguras a partir de finales del VIII milenio a.C., aun cuando su certificación no esté exenta de dificultades. En cualquier caso, el poblamiento prehistórico de ambas islas se generaliza con las más precoces cerámicas impresas, cardiales o no, que hacen su aparición en los primeros compases del VI milenio a.C.. Curiosamente, los yacimientos neolíticos de Cerdeña verosíblemente más antiguos, los de la facies de Su Carroppu, se sitúan en un área geográfica diametralmente opuesta a la región del Estrecho de Bonifacio, donde, siguiendo toda lógica, se concentran los tempranos asentamientos neolíticos de Córcega y los mejores exponentes de la cultura sarda de la Grotta Verde, de afinidades cardiales. Este hecho pone de manifiesto la existencia de una profunda y precoz penetración neolítica en la isla, conectada, sin ningún género de dudas, con la explotación de la obsidiana del importante yacimiento sardo de Monte Arci, de la que depende la totalidad de la industria lítica del abrigo de Su Carroppu (E. Atzeni, 1985, p. XXIV).

Los testimonios de la primera frecuentación humana de Mallorca no dejan de ser sorprendentes. Esta isla dista más de 150 kms. del litoral más próximo, la costa levantina, en tanto que Ibiza, la comarca insular más cercana al continente del conjunto del archipiélago, se encuentra a casi un centenar de kilómetros del Cabo de la Nao. Si la fecha radiocarbónica de los huesos humanos más antiguos de la cueva de Son Muleta puede acaso valorarse como excesivamente elevada; las dataciones de <sup>14</sup>C obtenidas para el nivel arqueológico más profundo del abrigo de Son Matge y los restos antropológicos de Muleta superpuestos a los anteriores, se remontan a los inicios del IV milenio a.C.. La presencia del hombre en estos pisos de ocupación, innegable aunque difícilmente interpretable desde el punto de vista biogeográfico y cultural, parece sugerir, pues, la existencia de un "preneolítico" balear asimilable, por la pobreza de su contexto arqueológico y lo controvertido de los datos disponibles, a los horizontes análogos de Córcega y Cerdeña, de los que, no obstante, le separan poco menos de dos mil años. Las cerámicas más antiguas, todavía asociadas a ejemplares de *Myotragus*, irrumpen en Mallorca sólo a mediados del III milenio a.C., cuando en el resto del Mediterráneo occidental los postreros grupos

---

<sup>8</sup> Ya hemos visto que la más antigua frecuentación humana de Pantelleria, punto neurálgico del Mediterráneo, sólo es conocida por los testimonios indirectos suministrados por el tráfico de obsidiana. Las primeras ocupaciones bien documentadas, los monumentos funerarios en piedra seca conocidos localmente como *sesi* y el hábitat de Mursia, probablemente contemporáneos, no se remontan más allá del final del Neolítico (cf. G. Camps, 1981, pp. 11-12).

neolíticos conocen las más antiguas manufacturas metálicas y las primeras sociedades calcolíticas. Es precisamente a partir del Calcolítico cuando tiene lugar el poblamiento de Ibiza, Formentera y Menorca (C. Topp et al., 1979; G. Camps, 1981).

Parece claro, por lo tanto, que en los albores del VII milenio a.C., las islas más vastas del Mediterráneo occidental han sido, si no densamente ocupadas, sí al menos visitadas de forma sistemática. En torno a 5.000 a.C., el porcentaje de estos territorios con evidencias de poblamiento humano es significativamente superior y sobrepasa, con mucho, el volumen de áreas insulares del extremo oriental de este mar colonizadas en el mismo momento (J.F. Cherry, 1981; R. Burleigh, 1984). Como apunta J.F. Cherry (1984), es muy probable que este desfase cronológico, que no parece más que el reflejo de la notable dinámica de interacción que caracteriza la macro-área regional occidental frente al relativo aislamiento de las comarcas insulares orientales, obedezca tanto a razones paleoecológicas como a condicionamientos ligados a la muy peculiar biogeografía insular. Obviamente las islas de superficie dilatada, como Sicilia, Córcega o Cerdeña<sup>9</sup>, ofrecen, por un lado, un stock de recursos naturales cuantitativamente más importante y diversificado que los pequeños territorios insulares, y se comportan, por otro, como auténticos micro-continentes en toda eventual ocupación de archipiélagos y unidades insulares próximos.

Pese al relativo desconocimiento arqueológico de las regiones ribereñas del Mediterráneo occidental, que en no pocos casos convierte en prematura la formulación de interpretaciones y modelos explicativos, la globalidad de los datos de que disponemos apunta claramente hacia la existencia de un nexo causal entre la intensificación de la presencia humana en las islas y la proliferación de las primeras comunidades agropastoriles. No es este el lugar apropiado para abordar los problemas ligados al proceso de neolitización del occidente mediterráneo<sup>10</sup>, pero cada vez parece más meridiano que la irrupción en esta región de las más antiguas cerámicas impresas -aun admitiendo el carácter no unitario del fenómeno, la multiplicidad de las facies y el papel pertinente de las tradiciones locales- y de la primera especie animal doméstica, la oveja, es directamente tributaria de un estímulo cultural de claro componente marítimo (G. Camps, 1986). Incluso los más firmes detractores de las tesis de los difusionistas, que desde el "hiperdifusionismo" heredado de G. Elliot Smith y la escuela de Manchester a las interpretaciones más matizadas de corte "childeano"<sup>11</sup> siempre han encontrado en la arqueología insular algunas de sus más brillantes argumentaciones, semejan rendirse, no sin reticencias, a esta evidencia. En esta línea, el notable incremento que conocen, a partir del neolítico, la pesca y las actividades acuáticas en el litoral mediterráneo (cf. G.Souville, 1958-59; J.Courtin, 1975) es digno de ser destacado.

En resumen, resulta tan pausable como sugestivo pensar que las profundas alteraciones biogeográficas y ecológicas que marcan el fin de la retirada de los glaciares y los inicios del Holoceno, ocasionan la modificación significativa de los patrones antropodinámicos y de los modelos de asentamiento que observamos en los primeros grupos epipaleolíticos, respecto a las culturas del Paleolítico superior, así como un cambio notable en sus tipos y fuentes de recursos naturales explotables.

---

<sup>9</sup> En este contexto, es importante reseñar que las seis islas más grandes del Mediterráneo occidental suponen más del 99% del total de la superficie insular de esta macro-región (cf. J.F. Cherry, 1984, p. 16 ).

<sup>10</sup> Para dibujar un "estado de la cuestión" aproximado sobre este fenómeno se puede consultar, a título indicativo, J. Guilaine, 1981 y *Le Néolithique*, 1982.

<sup>11</sup> Se puede ver una interesante y esclarecedora crítica de las diferentes orientaciones históricas y epistemológicas que ha conocido el difusionismo en el mundo occidental, en el campo de la etnografía y la arqueología en E. Alexandrenkov, 1985.



La colonización de los territorios liberados por los hielos (cf. J.F.Cherry, 1984, p.13) y la proximidad del litoral quizá puedan explicar convenientemente el florecimiento de las distintas facies epipaleolíticas y mesolíticas de las costas occidentales del Mediterráneo (cf. L'Epipaleolithique, 1975). Es justamente este proceso de ocupación de nuevas comarcas geográficas y de explotación extensiva de las fuentes de aprovisionamiento a partir del litoral, el que está en el origen, con toda probabilidad, de la frecuentación humana preneolítica de islas como Cerdeña, Córcega o Lípári y, en consecuencia, de las primeras travesías prehistóricas de envergadura, cuando el nivel del mar ya estaba próximo de su cota actual. La viabilidad y pervivencia de estas precoces arribadas poblacionales se halla en relación directa, por lo que respecta al conjunto sardo-corso, con la enorme disponibilidad de recursos que brindan estas dilatadas áreas insulares, o con la cercanía de otra gran comarca isleña de carácter "micro-continental", Sicilia, en lo concerniente a Lípári.

Será preciso esperar, no obstante, a los primeros grupos portadores de cerámicas impresas, probablemente pertrechados de una nada desdeñable tradición marinera, para que estas pioneras y limitadas ocupaciones se transformen en una auténtica colonización y poblamiento, que alcanzará también las islas de superficie más reducida. Ciertamente, los modos de vida y las prácticas económicas de las sociedades productoras posibilitarán la implantación humana en zonas con recursos naturales muy limitados, como las pequeñas áreas insulares mediterráneas, al reducir significativamente los condicionamientos físicos impuestos por el medio y alterar, en provecho de las comunidades allí asentadas, el precario equilibrio biogeográfico insular.

#### IV. EL TRAFICO DE OBSIDIANA EN LA CUENCA OCCIDENTAL DEL MEDITERRANEO.

La obsidiana, roca de textura vítrea de origen volcánico a veces difícil de distinguir, a simple vista, del sílex negro<sup>12</sup>, ha constituido, allí donde estaba disponible, una materia prima singularmente codiciada por el hombre prehistórico. Sus excepcionales condiciones técnicas para la talla por presión y la peculiar agudeza de sus filos naturales, no son en modo alguno ajenas al puesto de privilegio que la obsidiana ocupa, junto al sílex, en el contexto de los soportes líticos de las industrias prehistóricas.

Sin embargo, el interés que para nuestro propósito concurre en la obsidiana radica, precisamente, en el papel relevante que su tráfico<sup>13</sup> ha jugado en el marco de las primeras navegaciones mediterráneas. La explotación de los yacimientos de esta roca, generalmente localizados en áreas insulares, está en el origen, como ya hemos tenido ocasión de comprobar, de la precoz frecuentación humana de estos territorios. La aplicación de sofisticados métodos de análisis físico-químicos al estudio de la obsidiana ha permitido fijar, con un mínimo margen de error, la exacta procedencia de la materia prima de estos objetos manufacturados, hallados en

---

<sup>12</sup> Acaso esta dificultad de identificación explique la sorprendente ausencia de útiles de obsidiana en los asentamientos neolíticos de la costa mediterránea española, y fundamentalmente en Cataluña. No deja de ser curioso que los elementos de industria lítica de obsidiana hasta ahora documentados en el Languedoc y el Rosellón, semejen no superar los Pirineos, máxime cuando la relación entre las dos vertientes de esta barrera montañosa parecen claras durante el Neolítico.

<sup>13</sup> Optamos por utilizar el "inocuo" término "tráfico", ante las precisas implicaciones que se derivan de vocablos tales como comercio o intercambio. Los datos disponibles hacen pensar, efectivamente, en la existencia de una "circulación" de materia prima elaborada o no, pero ignoramos las propiedades de los productos eventualmente objeto de permuta. Por otro lado, parece a todas luces exagerado insistir en el carácter "comercial" de unas relaciones que, en el mejor de los casos, se reducen a unos cuantos cientos de gramos de obsidiana.

diferentes estaciones arqueológicas<sup>14</sup>. Estas dataciones y determinaciones mineralógicas se han configurado como el argumento fundamental para postular la existencia de contactos marítimos en el Mediterráneo oriental sorprendentemente antiguos (C.Perles, 1979 y 1983). En efecto, los niveles paleolíticos más recientes de la cueva de Franchti, en el Peloponeso, fechados por 14C en  $12.650 \pm 160$  B.P., han documentado obsidiana proveniente, con absoluta seguridad, de la isla de Melos (C.Perles, 1979).

En la cuenca occidental del Mediterráneo, los yacimientos de obsidiana compacta apta para la talla son relativamente escasos, ya que es preciso eliminar las rocas volcánicas vítreas técnicamente inutilizables. Estos se reducen a cuatro localidades, de desigual importancia, acantonadas en diferentes comarcas insulares:

**Lipari.** La obsidiana lipariota explotada por los grupos humanos prehistóricos aparece bajo las emisiones de pumita del Monte Pelato, en el N. de la isla. La envergadura de estos trabajos de extracción se manifiesta en la ingente cantidad de desechos y productos de talla acumulados en diversos yacimientos de la isla (Cannetto, Pomiciazzo, Acqua Calda) y de las áreas insulares vecinas (J.Courtin, 1983, p.44). Los útiles de obsidiana de Lípari, cuya explotación parece iniciarse en los últimos compases del Epipaleolítico llegando a su punto culminante a lo largo del IV milenio a.C., alcanzan, incluso, Malta, Calabria, Liguria, Provenza y el Maghreb oriental a partir del Neolítico antiguo (cuad. 2).

**Palmarola.** El litoral S. de esta isla, la más occidental del archipiélago de las Pontinas, frente a las costas del Golfo de Gaeta, presenta un único y reducido yacimiento de obsidiana en Punta Vardella. Aquí, este vidrio volcánico aparece en forma de pequeños cantos rodados incluidos en los depósitos detríticos erosionados por el mar (J.Courtin, 1983, p.46). La obsidiana procedente de Palmarola se ha podido documentar en diferentes estaciones neolíticas de las islas próximas (Ponza, Zannone), de Elba, de la Italia central y de la Toscana. No obstante, su área de máxima difusión semeja alcanzar las islas Trémiti, en el Adriático, y el yacimiento dalmata de Vlasca Jama (cf. R.Hallam et al., 1976 y fig. 7).

**Pantelleria.** La obsidiana de esta isla situada en el centro del canal sículo-tunecino, se diferencia de las anteriores, negras o grises, por su color mas bien verduzco (J.Courtin, 1983, p.46). Su presencia está certificada cerca de Maktar, en el interior de Túnez, desde mediados del VI milenio a.C., así como en múltiples yacimientos neolíticos de Provenza, Sicilia, Lampedusa y el Archipiélago maltés, donde es suplantada por la obsidiana lipariota a partir del IV milenio a.C. (cuad. 2). Recientemente un dolmen cercano a Saint-Tropez, en la costa provenzal, ha proporcionado, en un contexto calcolítico, dos puntas de flecha de obsidiana verde procedentes de Pantelleria (cf. J.Courtin, 1983, p.46).

**Cerdeña.** Los importantes yacimientos de obsidiana de esta isla están localizados, con exclusividad, en el vasto macizo de Monte Arci, al SE. de Oristano. Las explotaciones llevadas a cabo en las traquitas y perlitas de este área han puesto de manifiesto la existencia de cuatro grandes yacimientos, de los que el más notable es el de Rojas Cannas, diez centros de recolección como el de Mitza Su Tassa di Pau, veintisiete puntos de elaboración y ciento setenta estaciones (cf. E. Atzeni, 1985, p. XXIV). La obsidiana sarda, acaso presente en Córcega desde un momento inmediatamente anterior a la aparición de los primeros asentamientos agro-pastoriles, se documenta en las estaciones neolíticas mas antiguas de esta isla, como Basi Y

---

<sup>14</sup> Las referencias bibliográficas consagradas a la cuestión del tráfico de obsidiana en la cuenca occidental del Mediterráneo son muy numerosas. En una primera aproximación pueden consultarse: G. Arias-Radi et al., 1972; G. Bigazzi y G. Radi, 1981; G. Camps, 1979 y 1982a y b; J. Courtin, 1972 y 1983; R. Hallam et al., 1976; O. Williams Thorpe et al., 1979 y 1984; C. Willms, 1983.

Curacchiaghiu (cuad. 2). Útiles elaborados en esta roca de Monte Arci, cuya explotación llega hasta plena Edad del Hierro con un momento de apogeo en torno a los milenios IV y III a.C., han sido igualmente exhumados en diferentes estaciones del Neolítico antiguo toscano, en los niveles cerámicos más profundos de la conocida cueva de Arene Candide, en múltiples localidades provenzales y tal vez, también, en Cataluña (E. Atzeni, 1985; G. Camps, 1982b y fig. 7).

El mapa de dispersión pone de relieve, de forma neta, las diferentes áreas de difusión que la obsidiana conoce en el Mediterráneo occidental. Las distintas zonas de influencia, de extensión e importancia radicalmente diversas, aparecen ocasionalmente yuxtapuestas, traduciendo, las más de las veces, un proceso quizá diacrónico de sustitución de las fuentes de aprovisionamiento. Es así como la obsidiana de Pantelleria semeja ser reemplazada, en Malta, por las variedades lipariotas hacia el IV milenio a.C.. Por su parte, los puntos de notable concentración, como la comarca francesa de Saint-Tropez, permiten intuir la posible existencia de centros de redistribución de marcado carácter costero, virtualmente relacionados con lugares de desembarco de la materia prima. En todo caso, la impronta marítima del conjunto de este tráfico parece fuera de toda duda, al faltar, por el momento, los hallazgos que jalonan una eventual vía de arribada desde los núcleos de producción a lo largo del litoral.

Siguiendo toda lógica, el volumen de obsidiana documentado en los diferentes asentamientos disminuye rápidamente a medida que nos alejamos de los yacimientos y de sus áreas de difusión inmediatas. En Italia del Norte y el Mediodía francés, donde el número total de hallazgos apenas sobrepasa los ciento cincuenta fragmentos, los testimonios de industria lítica de obsidiana se circunscriben, casi exclusivamente, a productos manufacturados, generalmente láminas y más raramente puntas de flecha (J. Courtin, 1983, p.48).

Con todo, los complejos problemas vinculados a la circulación de la obsidiana en el Mediterráneo occidental están lejos de encontrar una solución definitiva. Por un lado, sorprende la escasa magnitud cuantitativa de este tráfico. Por otro, la cuestión de la funcionalidad de los útiles de obsidiana queda abiertamente planteada debido a la abundancia, en las "regiones de consumo", de yacimientos de sílex de excelente calidad, objeto de una intensa actividad extractiva. El hecho de que, en el estado actual de nuestros conocimientos, ignoremos el verdadero alcance de esta difusión y, en su caso, las características de los productos eventualmente intercambiados<sup>15</sup>, añade un nuevo interrogante a este cúmulo de incertitudes.

## V. TECNICAS NAUTICAS PREHISTORICAS Y ARQUEOLOGIA NAVAL. ALGUNAS PRECISIONES METODOLOGICAS.

La cuestión de las primeras travesías marítimas en el Mediterráneo occidental conduce, inevitablemente, al capítulo de los medios de navegación prehistóricos. Sin embargo, no es nuestro propósito, por razones evidentes, desarrollar en estas páginas un exhaustivo compendio de arqueología naval. Los trabajos consagrados a la reconstrucción hipotética de las primeras embarcaciones circunmediterráneas son tan

---

<sup>15</sup> No parece en exceso descabellado incluir, a título de hipótesis, entre estos posibles productos intercambiados, las hachas pulimentadas de "piedra verde" documentadas en múltiples áreas insulares del Mediterráneo occidental, como Cerdeña o Malta. Estos útiles, carentes de identificación petrográfica pero habitualmente considerados como elementos de importación, tal vez puedan ponerse en conexión con los numerosos ejemplares análogos, elaborados en rocas de origen alpino, objeto de un intenso tráfico en el Midi mediterráneo francés durante todo el Neolítico (M. Ricq-De Bouard, 1981; M. Ricq-De Bouard y M. Gourdon, 1981). En cualquier caso, únicamente las determinaciones mineralógicas exhaustivas podrán aportar una solución definitiva a esta posibilidad que nos limitamos a apuntar.

numerosos e ilustrativos como accesibles, y a ellos remitimos para toda precisión suplementaria<sup>16</sup>.

Los datos hasta aquí apuntados evidencian con claridad la notable envergadura que las navegaciones alcanzan en la cuenca occidental del Mediterráneo, desde los primeros compases del Neolítico. Desgraciadamente este área geográfica no ha documentado, hasta la actualidad, figuración o resto arqueológico alguno, con absoluta seguridad, a posibles naves de este periodo. Las frecuentes extrapolaciones con las más tempranas representaciones egipcias, fechadas a partir de la época nagadiense, próximo-orientales o egeas, cuyo modelo más acabado está constituido por los barcos pintados en los frescos de Thera (L.Casson, 1975 y fig. 8), poseen, en este ámbito, un valor exclusivamente indicativo.

Las piraguas monoxilas, más o menos elaboradas, parecen de uso generalizado en lagos, estuarios y ríos de Francia e Italia desde mediados del V milenio a.C. (B.Booth, 1984), aún cuando el testimonio francés más antiguo, recientemente descubierto en Noyen-sur-Seine, deba fecharse a caballo entre el IX y el VIII milenio a.C. (cf. G.Camps, 1986, p. 15). Pero si, en efecto, estas poco marineras embarcaciones fluviales pueden realizar con éxito limitados trayectos de cabotaje o reducidas travesías marítimas, es difícil aceptar, por ejemplo, su papel en la precoz frecuentación sistemática, y ulterior poblamiento, de islas tan alejadas de la costa como Lampedusa, Pantelleria o las Baleares. Ciertamente, los asentamientos preneolíticos de Córcega o Cerdeña y, mejor aún, la sorprendente difusión que conocen las primeras cerámicas impresas, los más antiguos ovinos domésticos o los útiles líticos de obsidiana, permiten intuir la existencia, desde un momento temprano, de navíos capaces de franquear grandes distancias en mar abierto. En cualquier caso, será preciso esperar a los tardíos grabados del templo maltés de Tarxien, datados en torno a mediados del II milenio a.C. (D.Woolner, 1957), para poder catalogar la representación náutica más antigua conocida hasta ahora en el Mediterráneo occidental. Sus implicaciones documentales se ven, sin embargo, notablemente limitadas por el escaso valor iconográfico y el carácter técnicamente somero e imperfecto de las figuraciones.

A partir de este momento, obviamente reciente, las representaciones de barcos se multiplican en el Mediterráneo occidental. Los modelos documentados parecen ya ampliamente tributarios de los prototipos egeos, fenicios e, incluso, griegos, como semeja ocurrir con la pintura del *hanout* tunecino de Kef-el-Blida (J.Ferron, 1968), los grabados de la estela de Novilara, en el N. de Italia, o las figuraciones menorquinas y catalanas (cf. B.Vigié, 1980). Por su parte los conocidos barcos votivos de bronce sardos, atribuibles a la época nurágica (G.Lilliu, 1982), carecen de interés al escasear los detalles técnicos y morfológicos.

En conclusión, parece fuera de toda duda que las embarcaciones de los primeros navegantes mediterráneos, cuya tipología ignoramos, estaban pertrechadas de un número de recursos técnicos suficiente para acometer travesías de altura, en un mar muy próximo a su configuración actual. El conocimiento por parte de estos grupos humanos, habituados sin duda al medio acuático, de los regímenes de vientos y corrientes reinantes en la cuenca occidental del Mediterráneo, les permitía aventurarse en mar abierto controlando las derrotas y derivas y seleccionando los fondeaderos y puntos de recalada. Por regla general, la navegación a lo largo del Occidente mediterráneo es, hoy en día, relativamente fácil en la estación buena, si exceptuamos las precauciones que exigen las corrientes y los cambios súbitos en la dirección de los vientos dominantes. Como ya hemos evocado con anteriori-

---

<sup>16</sup> Consultar: L. Casson, 1986; P. Johnstone, 1988; Z. Krzak, 1973; S. McGrail, 1981; J. Morrison, 1980; B. Vigié, 1980.

dad, las distancias entre los abrigos naturales no son muy grandes, las costas son altas y de fácil reconocimiento, ya viniendo de fuera o siguiendo el litoral, las zonas desde donde no se avista tierra son bastante reducidas y la mar es profunda. Seguramente los primeros nautas prehistóricos supieron sacar provecho de esas condiciones físicas francamente favorables.

## CONCLUSION

Parece razonable pensar que todo cuanto acabamos de exponer puede despertar una cierta incredulidad. Pero los argumentos sobre la existencia de navegaciones, tan poco esporádicas como significativas, en el Mediterráneo occidental hace al menos ocho mil años son a todas luces concluyentes.

Si las reconstituciones paleogeográficas permiten interpretar satisfactoriamente las controvertidas travesías paeolíticas, con la sola excepción del sorprendente caso sardo, al reducir considerablemente su carácter "marítimo", son los propios datos paleoambientales los que sitúan en su justa dimensión las primeras verdaderas navegaciones del Oeste mediterráneo. Los primeros grupos humanos que arriban a Córcega, Cerdeña o Lípári en un momento inmediatamente anterior al Neolítico, comienzan a alcanzar la práctica totalidad de las islas más extensas a partir de finales del VI milenio a.C., franqueando a veces distancias superiores a las sesenta millas marinas. Este proceso de frecuentación, colonización y poblamiento de los espacios insulares, al que no es ajena, casi con absoluta seguridad, la irrupción en este área de las primeras sociedades de economía productora o la explotación y tráfico de la obsidiana, auténtico "oro negro" neolítico, constituye acaso la prueba más definitiva de la envergadura singular de estos contactos marítimos prehistóricos. Sin lugar a dudas, los recursos náuticos de estas poblaciones, tradicionalmente infravalorados por una sociedad occidental industrializada que se erige en paradigma del desarrollo cultural unívoco en el umbral del siglo XXI, eran tan técnicamente suficientes como ajustados a sus necesidades y modos de vida.

Aún cuando sólo hayamos abordado en este trabajo las travesías marítimas intermediterráneas más antiguas, es sobradamente conocido que a partir de finales del Neolítico las navegaciones se multiplican, alcanzando un notable desarrollo con las primeras culturas metalúrgicas. Las tempranas facies calcolíticas, quizá tributarias, en no pocos casos, de un estímulo civilizador de origen oriental que arriba a las costas occidentales del Mediterráneo en la segunda mitad del III milenio a.C.; el horizonte campaniforme, presente en la totalidad de las grandes islas, con la única e inexplicable excepción de Córcega<sup>17</sup>; o las pujantes civilizaciones del Bronce mediterráneo, prefiguran la creciente actividad marítima que caracterizará a esta región en los albores del periodo colonial.

Madrid, septiembre de 1987.

---

<sup>17</sup> Con este trabajo ya en prensa, hemos tenido ocasión de conocer, gracias a la siempre cordial amabilidad del profesor Camps, la primicia del hallazgo de un fragmento de cerámica campaniforme efectuado en Córcega. Este fragmento acaba de ser publicado por el propio G. Camps y J. Cesari: G. CAMPS y J. CESARI. Découverte d'un tesson campaniforme en Corse. *Travaux du LAPNO*, 1989, p. 213-216.

## BIBLIOGRAFIA

ALEXANDRENKOV, E.

- 1985: "Le diffusionnisme dans l'ethnographie occidentale.", en **Ethnologie occidentale: Essais critiques sur l'idéologie**. Ed. du Progrés, Moscou, p. 207-244.

ALIMEN, M.-H.

- 1975: "Les "isthmes" hispano-marocain et siculo-tunisien aux temps acheuléens.", en **L'Anthropologie**, 79, París, p. 399-436.

ARIAS-RADI, G. et alii.

- 1972: "Le tracce de fissione come possibile metodo per lo studio delle vie di commercio dell'ossidiana.", en **Origini VI**, Roma, p. 155-170.

ATZENI, E.

- 1985: "Aspetti e sviluppi culturali del Neolitico e della prima eta dei Metalli in Sardegna.", en **Ichnussa. La Sardegna dalle origini all'eta classica**. Garzanti-Scheiwiller, Milano, 2 ed., p. XIX-LI.

BALOUT, L.

- 1955: **Préhistoire de l'Afrique du Nord. Essai de chronologie**, A.M.G.. París.

BERNABO BREA, L.

- 1952: "Civiltá preistoriche delle Isole Eolie." en **Archivo de Prehistoria Levantina**, III, Valencia, p. 69-93.

- 1960: **Sicily Before the Greeks**, Thames & Hudson, London.

BIGAZZI, G. y RADI, G.

- 1981: "Datazione con le Tracce di fissione per l'identificazione della provenienza dei manufatti di ossidiana.", en **Rivista di Science Preistoriche XXXVI**, Firenze, p. 223-250.

BLACHE, J.

- 1951: "Les particularités géographiques des îles.", en **Bulletin de la Société de Géographie de Marseille LXIV/1948-50**, Marseille, p. 5-22.

BONIFAY, E.

- 1973: "Données géologiques récentes sur la transgression versilienne le long des côtes françaises de la Méditerranée.", en **9eme Congrès de L'INQUA. Le Quaternaire: géodynamique, stratigraphie et environnement. Travaux français récents**, p. 137-142.

- 1975: "L'Ere quaternaire; définition, limites et subdivisions sur la base de la chronologie méditerranéenne.", en **Bulletin de la Société Géologique de France**, 17, p. 380-393.

BONNIOL, J.L.

- 1984: "Problemes et méthodes de l'étude de petites populations insulaires dans la Caraïbe.", en **Bulletin d'Ecologie Humaine**, II, Aix-en-Provence, p. 3-21.

BOOTH, B.

- 1984: "A handlist of maritime radiocarbon dates.", en **The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration**, Vol. 13, Nº 3, London, p. 189-204.

**BURLEIGH, R.**

- 1984: "Radiocarbon dates for the Western Mediterranean region.", en **The Deya Conference of Prehistory**, BAR International Series, 229, Vol. 2, Oxford, p. 277-290.

**CAMPS, G.**

- 1976a: "Navigations et relations interméditerranéennes préhistoriques.", en **Colloque II. Chronologie et Synchronisme dans la Préhistoire Circum-Méditerranéenne**. U.I.S.P.P., IXème Congrès, Nice, p. 168-179.
- 1976b: "La navigation en France au Néolithique et a l'Age du Bronze.", en **La Préhistoire Française**, C.N.R.S., 2, Paris, p. 192-201.
- 1977: "Navigations et relations préhistoriques en Méditerranée.", en **Bulletin de la Société d'Etudes et Recherches Préhistoriques**, 27, Les Eyzies, p. 69-76.
- 1979: "Les premiers navigateurs méditerranéens.", en **L'Histoire** 13, Paris, p. 6-13.
- 1981: "Le peuplement préhistorique des îles de la Méditerranée Occidentale.", en **IIIème Congrès International de l'Etude des Cultures Méditerranéennes**, Djerba, p. 9-19.
- 1982a: "Les relations entre l'Europe et l'Afrique du Nord pendant le néolithique et le chalcolithique.", en **Travaux du LAPEMO**, et. 3, Aix-en-Provence.
- 1982b: **La Préhistoire. A la recherche du paradis perdu**. Coll. Histoire et Décadence, Librairie Académique Perrin, Paris.
- 1985: Ibéromaurusiens, N.D.L.R., en **Encyclopédie Berbère**, 36, éd. provisoire, Aix-en-Provence.
- 1986: "Le jeune mouton et la mer. Recherches sur les premières navigations en Méditerranée.", en **Travaux du LAPEMO**, et. 6, Aix-en-Provence.

**CAMPS, G. y D'ANNA, A.**

- 1980: "Recherches sur les navigations préhistoriques en Méditerranée Occidentale.", en **Navigation et gens de mer en Méditerranée de la Préhistoire à nos jours**, Maison de la Méditerranée, 3, Ed. du C.N.R.-S., Paris, p. 1-16.

**CASSON, L.**

- 1975: "Bronze Age ships. The evidence of the Thera wall paintings.", en **International Journal of Nautical Archaeology** Vol. 4, N° 1, London, p. 3-10.
- 1986: **Ships and Seamanship in the Ancient World**. Princeton University Press, 2 ed., Princeton.

**CAVALIER, M.**

- 1979: "Ricerche preistoriche nell'archipelago eoliano.", en **Rivista di Scienze Preistoriche**, XXXIV, Firenze, p. 45-137.

**CHALINE, J.**

- 1985: **Histoire de l'homme et des climats au Quaternaire**. Doin, Paris.

**CHERRY, J.F.**

- 1981: "Pattern and process in the earliest colonisation of the Mediterranean islands.", en **Proceedings of the Prehistoric Society**, 47, Southampton, p. 41-68.
- 1984: "The initial colonisation of the West Mediterranean islands in the light of island biogeography and palaeogeography.", en **The Deya Conference of Prehistory**, BAR International Series, 229, V.1, Oxford, p. 7-29.

**CLARK, A. et alii.**

- 1978: "Global changes in post-glacial sea level: a numerical calculation.", en **Quaternary Research** 9, p. 265-287.

**CONTU, E.**

- 1980: "La Sardegna preistorica e protostorica. Aspetti e problemi.", en **Atti della XXII Riunione Scientifica**, Sardegna Centro-Settentrionale, 1978. Firenze, p.13-43.

**COURTIN, J.**

- 1972: "Le probleme de l'obsidienne dans le Néolithique du Midi de la France.", en **Revue d'Etudes Ligures**, 33, p. 93-109.
- 1975: "A propos de la navigation et de la pêche au Néolithique ancien sur les côtes méditerranéennes françaises.", en **Bulletin de la Société Préhistorique Française**, 72, Paris, p. 131-132.
- 1983: "Le trafic de l'obsidienne en Méditerranée occidentale aux 5e. et 4e. millénaires.", en **Séminaire sur les structures d'habitat, I, Circulation et échanges**, College de France, Paris, p. 44-49.

**DANIEL, G. y EVANS, J.D.**

- 1975: "The Western Mediterranean.", en **The Cambridge Ancient History**, I.E.S. Edwards et al. eds., Vol. 2, part.2, Cambridge, p. 713-772.

**DEBENATH, A. et alii.**

- 1986: "Stratigraphie, habitat, typologie et devenir de l'Atérien marocain: données récentes.", en **L'Anthropologie**, 90, Paris, p. 233-246.

**Derrotero de las costas del Mediterráneo que comprende las islas Baleares, la costa N. de Marruecos y la costa de Argelia.** Instituto Hidrográfico de la Marina, Nº 3, t.2. Cádiz, 1983.

**EVANS, J.D.**

- 1971: **The Prehistoric Antiquities of the Maltese Islands: A Survey.** University of London, The Athlone Press, London.
- 1973: "Islands as laboratories of culture change.", en **The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory**, C.Renfrew ed., Duckworth, London, p. 517-520.
- 1984: "Maltese Prehistory - A reappraisal.", en **The Deya Conference of Prehistory**, BAR International Series, 229, V.2, Oxford, p. 489-497.

**FEREMBACH, D.**

- 1985: **Ibéromaurusiens (origine).** *Encyclopédie Berbère*, 36. éd. provisoire, Aix-en-Provence.



- FERRON, J.  
1968: "La peinture funéraire de Kef-el-Blida, en Tunisie.", en *Archéologia*, 20, Paris, p. 52-55.
- FONQUERLE, D.  
1985: "Découverte sous-marine d'une cité préhistorique dans l'Etang de Thau, en Languedoc français.", en *VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina*, Cartagena, Madrid, 1982, Madrid, p. 111-116.
- FOSBERG, F.R.  
1963: "The island ecosystem.", en *Man's Place in the island Ecosystem : A Symposium*, F.R.Fosberg ed., Bishop Museum Press, Honolulu, p. 1-6.
- GRAZIOSI, P.  
1973: *L'arte preistorica in Italia*. Sansoni editore, Firenze.
- GUILAINE, J.  
1981: *Premiers bergers et paysans de l'Occident méditerranéen*. Civilisations et Sociétés, 58, Mouton éd., 2<sup>a</sup> ed., Paris.
- GUILAINE, J. et alii.  
1984: *Lecaute-Corrège, habitat noyé du Néolithique cardial*, Toulouse-Sète.
- HALLAM, R. et alii.  
1976: "Obsidian in the Western Mediterranean. Characterization by neutron analysis and optical emission spectroscopy." *Proceedings of the Prehistoric Society*, 42, Southampton, p. 85-110.
- JAUREGUI, J.J. de  
1949: "Influencia de los vientos y corrientes de la cuenca occidental del Mediterráneo en las relaciones iberoafricanas.", en *Crónica del IV Congreso Arqueológico del Sudeste Español*, Elche, 1948. Cartagena, p. 96-104.
- JOHNSTONE, P.  
1988: *The Sea-craft of Prehistory*. Routledge, 2<sup>a</sup> ed., London-New York.
- KIRCH, P.V. (ed.)  
1986: *Island Societies. Archaeological approaches to evolution and transformation*. New Directions in Archaeology, Cambridge University Press, Cambridge.
- KRZAC, Z.  
1973: "The problem of reconstructing an Afro-Iberian ship from the neolithic age.", en *Almogaren (Graz) III-1972*, p. 147-174.
- LANFRANCHI, F. de y WEISS, M.Cl.  
1977: *Araguina-Sennola. Dix années de fouilles préhistoriques à Bonifacio*. *Archéologia Corsa*, 2.
- L'Epipaléolithique méditerranéen**. Actes du Colloque d'Aix-en-Provence (Juin, 1972), C.N.R.S., Paris, 1975.
- Le Néolithique Ancien Méditerranéen**. Actes du Colloque International de Préhistoire (Montpellier, 1981), Sète, 1982.

- LILLIU, G.  
1982: **La civiltà nuragica.** Sardegna Archeologica, Studi e Monumenti, Carlo Delfino ed., Sassari.
- LOPEZ-VERA, F. (ed.)  
1986: **Quaternary Climate in Western Mediterranean.** Proceedings of the Symposium on Climatic Fluctuations during the Quaternary in the Western Mediterranean Regions (Madrid, 1986). Madrid.
- MACARTHUR, R.J. y WILSON, E.O.  
1967: **The Theory of Island Biogeography.** University Press, Princeton.
- Mc GRAIL S.  
1981 **Rafts, boats and ships-from prehistoric times to the medieval era.** H.M.S.O., London.  
1977 **Islands Archaeology.** *World Archaeology*, 9.1, London.
- MARTINI, F. y PITZALIS, G.  
1981: "Il paleolitico in Sardegna.", en Ichnussa. **La Sardegna dalle origini all'eta classica.** Libri Scheiwiller, Milano, p. 603-604.
- MASTERS, P.M. y FLEMMING, N.C. (ed.)  
1983: **Quaternary coastlines and marine archaeology: Towards the prehistory of land bridges and continental shelves.** Academic Press, London.
- MONTES, R.  
1985: "El ciclo transgresión-regresión y hundimientos costeros en el sureste español. Su influencia en asentamientos pleistocenos.", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Cartagena 1982. Madrid. p. 99-110.
- MORRISON, J.  
1980: **Long ships and round ships. Warfare and trade in the Mediterranean 3.000 A.C.-1500 A.D..** H.S.M.O., London.
- PAPAYOANU, Y.  
1977: **Santorin,** Ed. Ben. Issaias & Co., Atenas.
- PASKOFF, R.  
1987: "Les variations du niveau de la mer.", en **La Recherche** 191, Paris, p. 1010-1019.
- PASKOFF, R. y SANLAVILLE, P.  
1983: **Les côtes de la Tunisie. Variations du niveau marin depuis le Tyrrhénien.** Maison de l'Orient, Lyon.
- PERLES, C.  
1979: "Des navigateurs méditerranéens il y a 10.000 ans.", en **La Recherche**, 10, Paris, p. 82-83.  
1983: "Circulation de l'obsidienne en Méditerranée orientale: peut-on appliquer les modèles?.", en **Séminaire sur les structures d'habitat, I, Circulation et échanges**, Collège de France, Paris, p. 128-139.
- RENFREW, C. y WAGSTAFF, M. (ed.)  
1982: **An island polity. The archaeology of exploitation in Melos.** Cambridge University Press, Cambridge.

- RADI, G.  
1972: "Tracce di un insediamento neolitico nell'isola di Lampedusa.", en **Atti della Societa Toscana di Scienze Naturale**, 79, p. 197-205.
- RICQ-DE BOUARD, M.  
1981: "Importation d'outils en pierre polie au Néolithique en Provence orientale. Les preuves fournies par l'analyse du matériel conservé au Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco.", en **Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco**, 25, Monaco, p. 55-69.
- RICQ-DE BOUARD, M. y GOURDON, M.  
1981: "La diffusion de l'outillage de pierre polie en Provence Orientale.", en **Gallia Préhistoire**, 24, Paris, p. 281-289.
- SCHULE, G.  
1970: "Navegación primitiva y visibilidad de la tierra en el Mediterráneo.", en **XI Congreso Nacional de Arqueología**, Mérida, 1968. Zaragoza, p. 449-462.
- SHACKLETON, J.C. et alii.  
1984: "Coastal palaeogeography of the Central and Western Mediterranean during the last 125.000 years and its archaeological implications.", en **Journal of Field Archaeology**, 11, p. 307-314.
- SONDAAR, Y. et alii.  
1984: "First report on a palaeolithic culture in Sardinia." **The Deya Conference of Prehistory**, BAR International Series, 229, V. 1, Oxford, p. 29-60.
- SOUVILLE, G.  
1958-58: "La pêche et la vie maritime au Néolithique en Afrique du Nord.", en **Bulletin d'Archeologie Marocaine III**, Casablanca. p.315-344.
- 1983: "Réflexions sur les relations entre l'Afrique et la Péninsule Ibérique aux temps préhistoriques et protohistoriques.", en **Homenaje al profesor Martín Almagro Basch**, T.1, Ministerio de Cultura, Madrid, p. 407-415.
- TEXIER, J.P. et alii.  
1986: "Thoughts on the Quaternary of Morocco.", en **Quaternary Climate in Western Mediterranean**, F. López-Vera ed., Universidad Autónoma, Madrid, p. 487-502.
- TOPP, C. et alii.  
1979: "Recent archaeological activities in Ibiza and Formentera.", en **Bulletin of the Institute of Archaeology of the University of London**, 19, London, p. 215-231.
- TRUMP, D.  
1984: "The Bono Ighinu Project. Results and Prospects.", en **The Deya Conference of Prehistory**, BAR International Series, 229, V. 2, Oxford, p. 511-532.
- TUSA, S.  
1983: **La Sicilia nella preistoria**. Sellerio ed., Palermo.
- VAYDA, A.P. y RAPPAPORT, R.A.  
1963: "Islands Cultures.", en **Man's Place in the Island Ecosystem: A Symposium**, F.R. Fosberg ed., Bishop Museum Press, Honolulu, p. 133-142.

VIGIE, B.

1980: "Les représentations de bateaux dans le bassin méditerranéen aux temps protohistoriques.", en **Navigation et gens de mer en Méditerranée de la Préhistoire à nos jours**, Maison de la Méditerranée, 3, Ed. du C.N.R.S., Paris, p. 17-32.

WALDREN, W.H.

1982a: **Early Prehistoric Settlement in the Balearic Islands**. DAMARC Series, 13, Deya.

1982b: **Balearic Prehistoric Ecology and Culture. The Excavation and Study of Certain Caves, Rock Shelters and Settlements**. BAR International Series, 149, Oxford.

WILLIAMS THORPE, O. et alii.

1979a: "The sources and distribution of archaeological obsidian in Northern Italy.", en **Preistoria Alpina**, 15, Trento, p. 73-92.

1984b: "The distribution and sources of archaeological obsidian from Southern France.", en **Journal of Archaeological Science** 11, p. 135-146.

WILLMS, C.

1983: "Obsidian in Neolithikum und Äneolithikum Europas. Ein Überblick.", en **Germania**, 61, Mainz am Rhein, p. 327-351.

WOOLNER, D.

1957: "Graffiti of Ships at Tarxien, Malta.", en **Antiquity**, XXXI, 122, London, p. 60-67.

## LA NAVEGACION EN EL MEDITERRANEO. BIZANCIO Y EL ISLAM.

Sergio Martínez Lillo<sup>1</sup>

### I. LOS COMIENZOS DE LA NAVEGACION ARABE EN EL MEDITERRANEO

Tras la caída de Imperio Romano de Occidente a principios del s. V d.C., la tradición marinera desarrollada en la cuenca mediterránea pasará en gran medida a sus "hermanos" orientales, apoderándose también Bizancio de parte del territorio dominado hasta entonces por Roma. El Mediterráneo, en buena parte, estará bajo la protección y dominio del "basileus", extendiéndose éste, según fechas, por Palestina, el norte de Africa, algunos puntos de la Península Ibérica y las islas del "mare nostrum" (Sicilia y Creta entre otras).

A diferencia de Occidente, en Bizancio se dió un progreso naval durante bastante tiempo que influirá, en gran medida, en las posteriores embarcaciones utilizadas por los musulmanes durante sus primeros desplazamientos llevados a cabo por el Mediterráneo oriental.

A comienzos del s. VII d.C., Bizancio contaba con dos flotas: la imperial en Constantinopla, que contaba con marineros y guarniciones de soldados armenios, rusos y libaneses, y la flota provincial repartida entre las distintas "themes marítimas" mandada por generales.

La flota bizantina que vieron los árabes se componía de naves llamadas **dromones**, que inicialmente eran barcos rápidos y ligeros, derivados de las **liburnas** romanas, pero adaptados a las nuevas armas y exigencias del combate. Otro tipo de embarcación de combate fue el **pamfile**, no muy diferente del **dromon**, más fino y ligero que aquel y con una capacidad de 160 hombres. A los **dromones** les acompañaban en sus desplazamientos otras embarcaciones llamadas **usias**, encargadas de transportar los víveres, pertrechos o máquinas de guerra. Para misiones rápidas se diseñó una embarcación similar al **dromon** con 150 remeros denominada **chelandion**, tal vez de mayor capacidad. Estas naves llevaban un solo mástil y, a diferencia de las galeras romanas que montaban una vela cuadrada "griega", estos **dromones** y **pamfiles** montaban la vela latina triangular.

También en estas embarcaciones el número de filas de remos se reducirá a uno o dos. El número de remeros variaba entre los 120, 130 y 160, existiendo luego las grandes unidades de 230.

En esta época caerán en desuso los grandes barcos de cinco o diez filas de remeros, incluso los trirremes desaparecerán, debido a que la técnica de boga de

---

<sup>1</sup> Centro de Estudios Históricos del C.S.I.C., Madrid.

estas embarcaciones era bastante peculiar, ya que para avanzar con un rumbo deseado tenían que coordinarse todos los remeros.

Las armas e ingenios bélicos que montaban estas naves fueron las que, durante un tiempo, frenaron y mantuvieron a raya los distintos intentos islámicos de conquistar Constantinopla durante la segunda mitad del siglo VII y la primera del VIII (años 672 y 717 d.C.). Uno de estos ingenios de la armada bizantina fue la invención y desarrollo, a partir del siglo VII d.C. del **sifon**; se trataba de un lanzallamas que funcionaba a presión y que después de encendido proyectaba el temido "fuego griego". La composición de este producto inflamable fue obra de un griego que vivía en Siria llamado Callinicus, quien en el año 650 d.C. entró al servicio de Bizancio. De este producto se conocieron varias mezclas a base de nafta, azufre y varios ingredientes más, obteniéndose un haz de llamas o un producto explosivo que, dentro de unos recipientes cerámicos o de vidrio, era arrojado a modo de las actuales granadas bélicas.

Los **dromones** solían llevar varios **sifones**: uno montado en la proa, uno en cada banda y, en algunos casos, otro a la popa. Además de estas armas, en cada banda iban colocadas ballestas, catapultas para lanzar piedras, potes con fuego, o potes con serpientes. Por medio de horcas se soltaban durante el abordaje pesos que caían sobre la tripulación enemiga. También, según las fuentes, se utilizaban buceadores con el fin de producir vías de agua en el barco enemigo mediante la utilización de taladros, o bien, de trabar los remos y el timón de gobierno para impedir la maniobrabilidad de la nave enemiga.

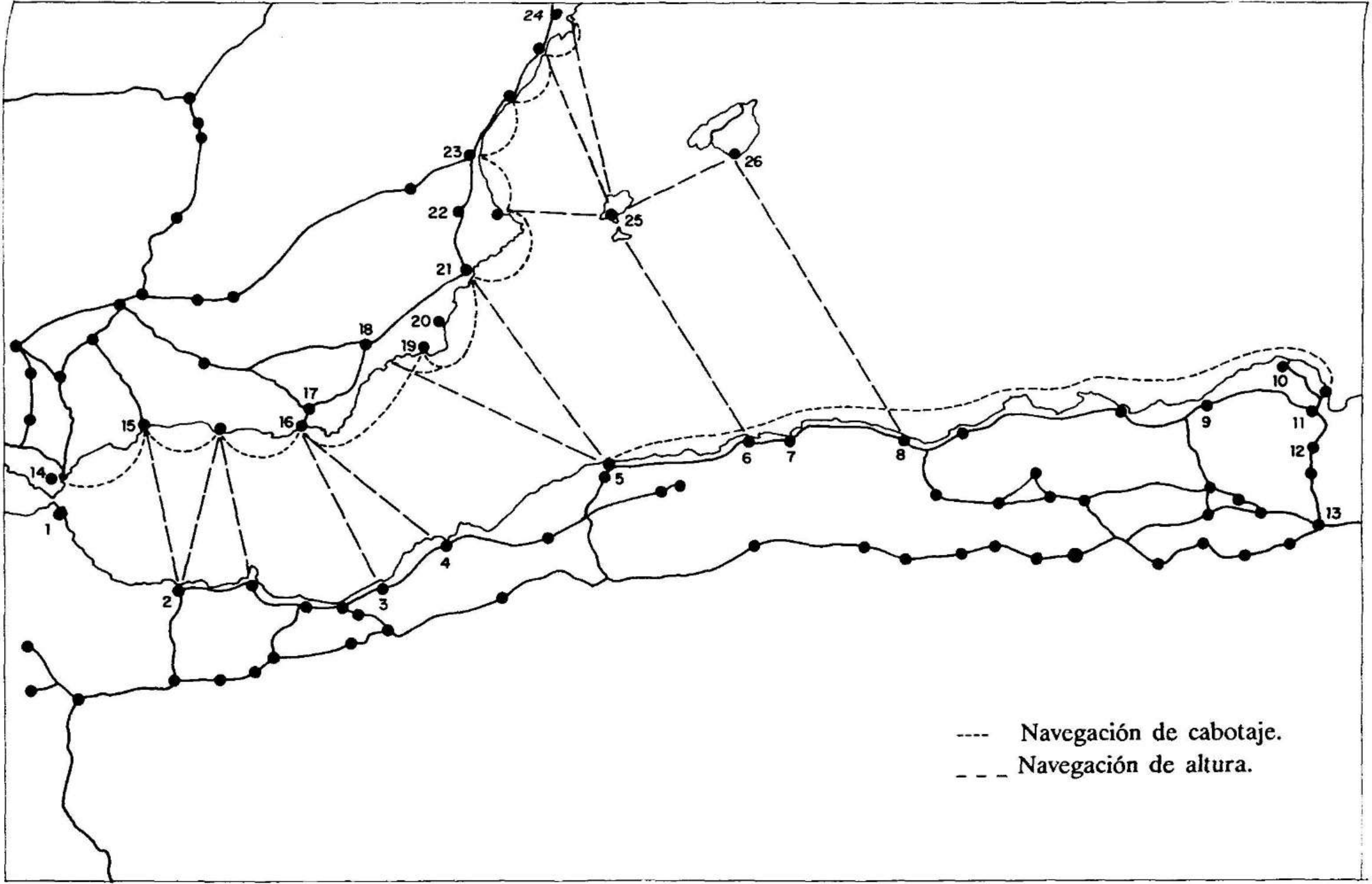
En tiempos del califa 'Umar y debido a la rápida expansión de los ejércitos islámicos, en el año 641-642 el general Amr ibn al-As conquista Alejandría con su puerto, arsenales y astilleros intactos. A partir de ese momento, y tras la conquista de las bases bizantinas más importantes del norte de Africa, Cartago y Túnez, el Mediterráneo oriental se llenará de naves árabes dedicadas a la piratería tanto en las costas como en el mar.

Durante los primeros decenios del Islam las actividades marineras de los musulmanes estarán más enfocadas a actividades militares y de piratería que a las comerciales, que sí tendrán un gran desarrollo en momentos posteriores. Al morir el califa 'Umar y sucederle 'Utman, Mu'awiya, en calidad de gobernador de Siria, envía una flota a atacar Chipre desde la ciudad libanesa de Trípoli, sembrando el pánico en el Mar Egeo.

El primer gran encuentro entre las armadas bizantina e islámica se produjo tras el saqueo de Rodas por parte de la piratería árabe. El emperador Constantino II quiso llevar a cabo una expedición de represalia contra las fuerzas árabes de Chipre, trabándose el combate naval frente a las costas de Licia en la denominada Batalla de Phoenix o de los Mástiles-Dhat al-Sawari- (655 d.C.) (Sebag, 1960, p. 73). La derrota de la armada bizantina significó la apertura a los árabes de las puertas del Egeo y el camino directo a Constantinopla.

Los asedios a la capital del Imperio Oriental no se hicieron esperar, y en el año 672 una flota de unas 2.000 embarcaciones, según las fuentes, apareció a la altura de Abydos, estableciendo allí su campamento por cinco años, durante los cuales la flota árabe se dedicó a asolar las costas e, incluso, hubo tentativas de asalto a la misma Constantinopla.

Las islas occidentales del Mediterráneo tampoco se vieron libres de las acciones realizadas por los piratas árabes. En el año 703 el general bereber Musa b. Nusayr, aprovechando los restos de una flota egipcia de Cartago y tras restaurar el "dar al-sina'a" (dársena), envía a su hijo 'Abd Allah al frente de 100 barcos con el propósito de realizar acciones de piratería en las costas de Sicilia, Cerdeña, Baleares y quizá Calabria (Sebag, 1960, p. 75).



Mapa 1. Rutas de navegación y puertos más importantes: 1:Sebtā. 2:Nākūr. 3:Ar̄ykūk. 4:Wahrān. 5:Tenes. 6:Gazirat Banū Zayānnāya. 7:Marsā al Dayyāy. 8:Baŷaya. 9:Tabarqa. 10:Banzart. 11:Cartāy. 12:Tūnis. 13:Qairawān. 14:Gazirat Ÿabal Tariq. 15:Mālaka. 16:Al-Marīyya. 17:Bayyana. 18:Lurqa. 19:Qartayāna. 20:Mursiya. 21:Qānt. 22:Xatiba. 23:Balancia. 24:Turtūša. 25:Yabisa. 26: Mayūrqa.

Tras la conquista del Magreb por las tropas del califato Omeya de Damasco, Musa b. Nusayr envía a su liberto Tarif b. Malluk con cuatrocientos hombres para que reconociesen la tierra de al-Andalus. Este pasó el Estrecho en cuatro embarcaciones que, al parecer, eran lentas y pesadas, tratándose posiblemente de viejos mercantes bizantinos. Con este acontecimiento resurgirá el constante ir y venir de las embarcaciones entre una y otra costa del Mediterráneo, perdido desde la caída de Roma.

Durante todo el siglo VIII se sucederán continuas incursiones en las mencionadas islas del Mediterráneo, destacando las llevadas a cabo sobre Sicilia en los años: 705, 720, 727, 728, 730, 732, 734, 739, 747 y 752 (Sebag, 1960, pp. 75-76) y sobre Cerdeña en los años: 707, 732, 735, 737 y 752 (Sebag, 1960, pp.75-76).

Esta actividad corsaria a base de incursiones rápidas o "raids" se vió aumentada en el siglo IX y continuó por unos 200 años más; partiendo gran cantidad de ellas de las costas levantinas, entre los puertos de Alicante y Tarragona (Barbour, 1967-68, p. 105). En el año 812 se documenta una incursión en Córcega y Cerdeña llevada a cabo por las fuerzas combinadas de andalusíes y sicilianos; en el 816 le toca el turno a las islas Baleares; y por último, en el año 831 marinos andalusíes ayudan a sus aliados de Ifriqiya a la toma de Palermo (Barbour, 1967-68, p. 105).

Durante el siglo X el poder de la flota andalusí alcanzará sus cotas más altas coincidiendo con la formación del califato cordobés. Sin embargo, estas fuerzas califales tuvieron un fuerte adversario en el califato fatimi de Ifriqiya. Entre ellos se sucedieron continuos enfrentamientos que terminaron con los ataques y destrucción de los puertos de Pechina (Almería), La Calle (Susa, Túnez) y Tabarka (Túnez) (Barbour, 1967-68, pp. 106-107).

## II. COMUNICACION ENTRE AL-ANDALUS Y EL MAGREB. LAS RUTAS DE NAVEGACION

Desde antes de la aparición del Islam en el Magreb se dieron contactos, sobre todo comerciales, entre las dos orillas del Mediterráneo, aunque éstos habían descendido en número tras la caída del Imperio Romano de Occidente. En la zona del Estrecho este contacto comercial siguió realizándose durante el reinado visigodo entre las localidades de la costa andaluza y poblaciones norteafricanas, como es el caso de Ceuta.

Con la llegada de los primeros contingentes musulmanes, se iniciaron las primeras expediciones de reconocimiento del terreno de un modo personal. Estas las realizaron libertos o esclavos de los generales árabes. Las más conocidas son las de Tarif b. Malluk en el año 710 d.C. y la de Tariq b. Ziyad en el año 711. Tras éstas el Estrecho se verá continuamente cruzado por numerosas embarcaciones, que partiendo de puertos en los actuales estados de Marruecos, Argelia y Túnez, finalizaban en distintos puntos de la costa de al-Andalus y viceversa.

Al surgir entre árabes y beréberes los primeros conflictos en al-Andalus, comenzará a producirse el paso de grandes cantidades de personas de una orilla a la otra, pudiendo tratarse de contingentes militares, como fue el caso de los batallones de soldados sirios que sofocaron la revuelta beréber de los años 739-740, o de grandes masas de población, como fue lo acontecido tras la llamada "revuelta del arrabal" en el año 815-818, a raíz de la cual salieron de al-Andalus unos 15.000 musulmanes.

También se estableció un floreciente comercio entre ambas orillas del mar Mediterráneo (Al-Bahr al Mutawassit) fundando los marineros y comerciantes andalusíes varios puertos en la costa magrebí. Entre otros destaca la fundación por gentes de Pechina (Almería) de Orán y sitúan colonias comerciales en Bujia, Bona y Marsa (Túnez).



Entre los personajes más importantes que cruzaron de una orilla a la otra podemos destacar el caso del posterior emir 'Abd al-Rahman I, quien escapando de los abbasíes, llegó a la localidad magrebí de Nakur, desde la que negoció su viaje a al-Andalus. Este se realizó, según las fuentes, al anochecer de un día del mes de Agosto, y parece que, siguiendo la Estrella Polar y a una velocidad aproximada de 5 nudos, pudo desembarcar en Almuñécar a media tarde del día siguiente. Tardó por lo tanto unas 18 horas en recorrer una distancia de aproximadamente 90 millas.

Según el geógrafo andalusí del siglo IX al-Bakri, a cada puerto del Magreb le correspondía otro en la costa de al-Andalus, siempre que se siguiese un rumbo norte.

Atendiendo a los últimos trabajos realizados sobre esta materia (Morales Belda, 1981, pp. 168-170 y Epalza, 1986, pp. 28-30), las correspondencias entre unos puertos y otros serían las siguientes:

Al-Ma al-Madfun	2 etapas y 1/3	Puerto del Monje
Ceuta	1/3 de etapa	Algeciras
Melilla	2 etapas	Salobreña
Orán	2 etapas y 1/2	Almería
Bethigua	3 etapas	Aguilas-Lorca
Qasr al-Fulus		Cartagena
Tenes		Murcia
Argel	6 etapas	Peñíscola
Bujia	3 etapas	Mallorca
Mallorca	1 etapa	Barcelona
Mallorca	1 etapa	Menorca
Mallorca	2 etapas	Cerdeña
Mallorca	1 etapa	Ibiza
Ibiza	1 etapa	Denia

Según nos relata el geógrafo al-Ya'qubi, desde el siglo IX d.C. una de las rutas de navegación procedentes de oriente terminaba en el puerto de la ciudad de Tenes. Esta ruta de cabotaje enlazaba con otra que, desde este puerto, llegaba al reino de Tudmir (Murcia) en al-Andalus (Epalza, 1986, p. 28).

Conforme transcurría el tiempo los viajes entre una orilla y otra se hicieron desde puntos cada vez más alejados; así, en un principio los puntos más distantes de la Península fueron Orán y Tenes, en el siglo X Ibn Hawqal establece el límite más oriental para pasar a al-Andalus en el puerto de Argel (Epalza, 1986, p. 29).

### III. LOS BARCOS ARABES EN AL-ANDALUS

Gracias al estudio de las distintas fuentes escritas en lengua árabe que hacen referencia a la Península Ibérica y a los distintos yacimientos submarinos descubiertos y estudiados en el litoral mediterráneo occidental (Vindry, 1973 y Ximénez, 1976), se pueden hacer algunas puntualizaciones acerca de los tipos de embarcaciones utilizadas en al-Andalus hasta los siglos X y XI. Junto a ello, los trabajos de Morales Belda (Morales Belda, 1970, pp. 103-106) nos aproximan a los distintos tipos de naves que se utilizaron durante los referidos siglos; estas naves las podríamos dividir en: embarcaciones pequeñas o botes, lanchas, y barcos de mediano tamaño con vela o sin ella.

- **quxur**: hace referencia a una embarcación pequeña y la palabra significa "cascarón", aparece citado ya en fuentes del siglo IX d.C. (Ajbar machmu'a).

- **qaribin**: en las fuentes figura como un tipo de lancha de tamaño mayor que los quxur.

- **tarida**: su raíz en lengua árabe significa cazar, perseguir, acorralar; como embarcación haría referencia a una nave veloz y apta para largas travesías.

- **qati**: tiene una acepción de unidad naval con idea de romper, cortar o separar, tratándose por lo tanto de una embarcación militar de combate; algunos autores la traducen como galera, de mayor tamaño que los **quxur**, figura en las Memorias del taifa granadino 'Abd Alláh.

A partir del siglo XI y según las zonas aparecen otras denominaciones para estas embarcaciones:

**Gurab**: guraba-galera.

**batax**: patache.

**harrag**: carraca, pequeña galera para fuego griego.

**fulluk**: falua.

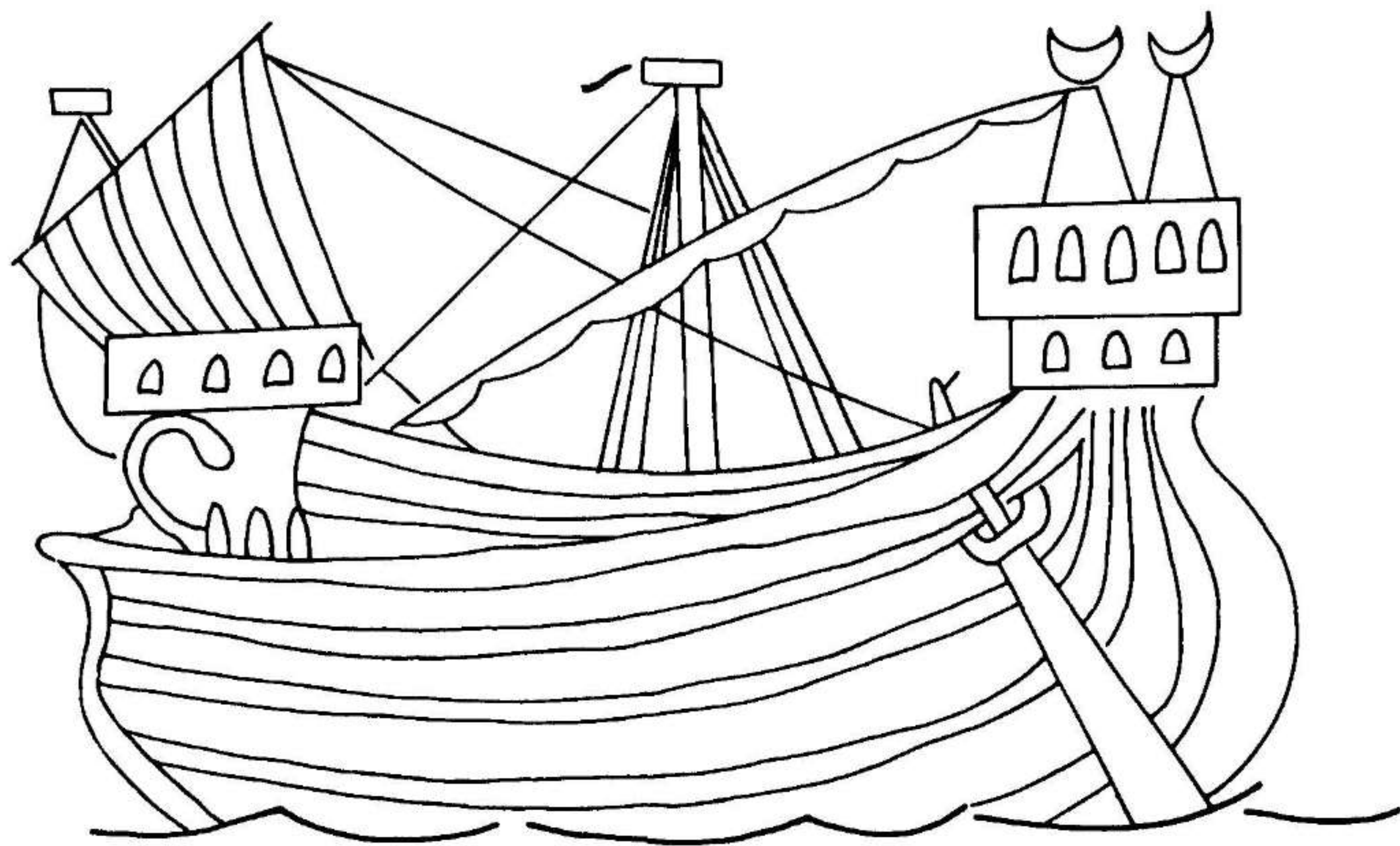
**xabbak**: jabeque.

**zuba**: zabra-patache.

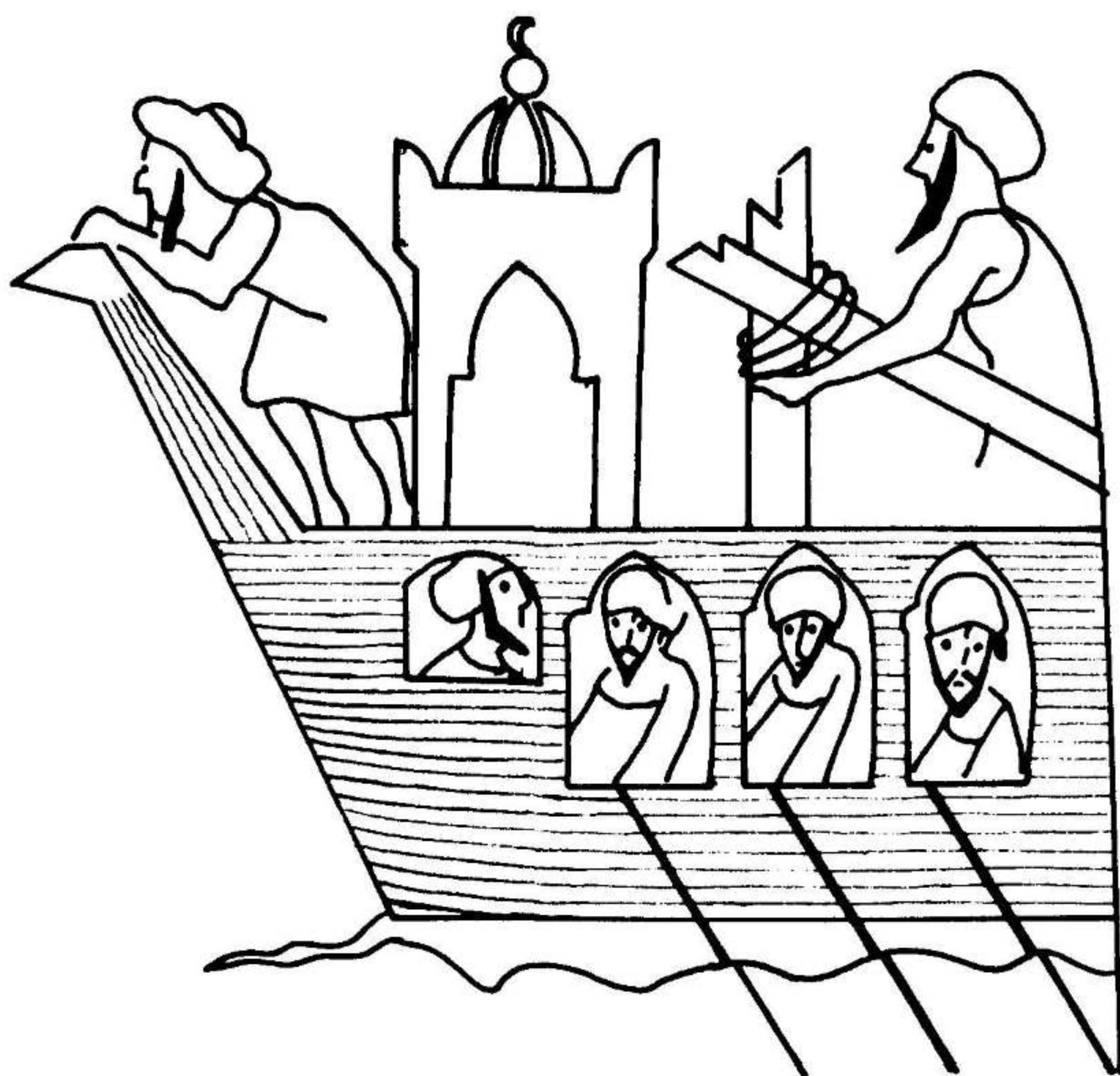
Los barcos eran de madera, y ésta se corta según la pieza que se piensa hacer, dándose por tanto una gran especialización en el trabajo.

Para clavos y demás piezas metálicas se utilizan el hierro, el cobre y el plomo. Las velas, toldos y forros son de linos y pieles; los cabos y jarcias se hacían con esparto; y con grasas y resinas se obtenía la brea para el calafateo. Todas estas labores de fabricación de naves se realizarían en las distintas atarazanas que los gobernadores árabes construyeron en al-Andalus (Sevilla, Almería. Málaga).

Madrid, octubre de 1987.



*Figura 1.*



*Figura 2.*



## BIBLIOGRAFIA

BARBOU, N.

1967-68: "The influence of sea power on the History of Muslim Spain", en **Revista del Instituto de Estudios Islámicos de Madrid** 14, Madrid, p.103-111.

de BROSSARD, M.

1976: **Historia marítima del mundo** Vol. 1, Barcelona.

DOZY, R.P.A.

1920: **Histoire des Musulmans d'Espagne jusqu'a a la conquête de l'Andalousie par les Almoravides (711-1.109)**. Leiden, 1861, revisada por E. Lévi-Provençal en 1932, versión castellana, Colección Universal, Madrid.

EICKHOFF, E.

1954: **Seakrieg und See Politik zwischen Islam und Abenland**, Saarland.

EPALZA, M.

1986: "Costas alicantinas y costas magrebíes: el espacio marítimo musulmán según los textos árabes", en **Sharq Al-Andalus** Nº 3, p.25-31.

FHAMY, A.M.

1966: **Muslin sea-power in the eastern mediterranean. From the Seventh to the Tenth Century A.D.**, El Cairo.

GASPAR REMIRO, M.

1904: "Cordobeses musulmanes en Alejandría y Creta", en **Homenaje a Codera**, Zaragoza, p.217-233.

GUICHARD, P.

1983: "Les débuts de la piraterie andalouse en Méditerranée occidentale (798-813)", en **Revue de l'Occident Musulman et de la Méditerranée** Nº 35, I Sem., Aix-en-Provence, p.55-71.

HOENERBACH, W.

1953: "La navegación omeya en el Mediterráneo y sus consecuencias político-culturales", en **Miscelánea de Estudios árabes y hebráicos II**, Universidad de Granada, p.77-98.

IBN HAWQAL

1964: **Configuración de la Terre (Kitab sutar al-Ard)**, Traducción e índices de J.H.Kramers y G.Wiet, Paris.

KINDER, H. y HILGEMANN, W.

1970: **Atlas histórico mundial. De los orígenes a la Revolución Francesa** 1, Madrid.

LEVI-PROVENÇAL, E.

1957a: **Historia de España. España Musulmana**, Dirigida por R.Menéndez Pidal, Tomo IV, Madrid, p.223-228.

LEVI-PROVENÇAL, E.

1957b: **Historia de España. España Musulmana**, Dirigida por R. Menéndez Pidal, Tomo V. Madrid, p.60-65.

LEWIS, A.R.

- LEWIS, A.R.  
1970: **Naval Power and Trade in the Mediterranean a.D. 500-1100**, Princeton University Press, Reimpresión Nueva York.
- LOBLEY, D.  
1972: **Ships throught the ages**, Hong Kong.
- MACINTYRE, D. y BATHE, B.W.  
1975: **Les navires de combat á travers les ages**, Goteburgo.
- MORALES BELDA, F.  
1969: **La marina vándala. Los asdingos en España**, Barcelona.
- MORALES BELDA, F.  
1970: **La Marina de Al-Andalus**, Madrid.
- MORALES BELDA, F.  
1981:" **"La unidad de medida de los itinerarios marítimos en Al-Andalus, siglos VIII a XV"**, en **Actas de las Jornadas de Cultura Arabe e Islámica**, H.H.A.C. (1978), Madrid, p.165-177.
- MORDAL, J.  
1959: **25 siécles de guerre sur mer (aux temps de la rame et de la voile) Vol.1.**
- al-NUJAYLI, D.  
1979: **Las naves islámicas según las letras del vocabulario (En árabe)**, Facultad de Letras de la Universidad de Alejandría.
- PACHA, N.  
1976: **Le Commerce au Maghreb du XI au XIV siécles**, Publications de l'Université de Tunis, Serie: Historia, Vol.XVII, Túnez.
- SEBAG, P.  
1960: **"Les expeditions maritimes arabes du VIIIéme siécles"**, en **Les Cahiers de Tunisie VIII**, p.73-79.
- UZUNÇARSILI, I.M.  
1960: **Encyclopédie de l'Islam. "Bahriyya"**, T.I, Leiden, 2 ed., p.974-978.
- VERNET, J.  
1979: **"La navegación de la Alta Edad Media"**, en **Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval**, Barcelona-Bellaterra, p.323-381.
- VINDRY, G.  
1973: **"Archéologie sous-marine médiévale et post médiévale, un exemple provençal"**, en **Cahiers d'Archeologie Subaquatique N°II**, C.N.R.S., p.175-177.
- XIMENEZ, S.  
1976: **"Etude préliminaire de l'apave sarrasine du Rocher de L'estéou"**, en **Cahiers d'Archeologie Subaquatique N°V**, C.N.R.S., p.139-150.

## CONSTRUCCION NAVAL DE EPOCA MODERNA

Angels Casanovas  
Inmaculada Rodríguez <sup>1</sup>

### INTRODUCCION. LAS FUENTES Y SUS PROBLEMAS DE INTERPRETACION

Una de las dificultades que se nos plantea al intentar abordar un trabajo de investigación sistemática sobre arquitectura naval es la escasez de fuentes precisas y completas y los problemas de interpretación que presenta su estudio.

Durante siglos, prácticamente hasta fines del siglo XVIII, la construcción naval carecía de reglas y códigos, era realizada por carpinteros de ribera expertos, ligados a una tradición artesanal. De ahí la dificultad de formular hipótesis, máxime cuando, la mayoría de las veces, sólo se puede llegar a simples deducciones después de un largo trabajo de reconstrucción basado en los datos aportados por las fuentes escritas, iconográficas, modelos a escala reducida y, últimamente, las aportaciones de la arqueología submarina.

Los archivos históricos no siempre pueden proporcionar datos precisos anteriores, al siglo XVII. Debemos basarnos en relatos e historias escritas y saber entresacar los datos que nos interesan para los primeros siglos de esta etapa.

Las ordenanzas, contratos de construcción y normativas de la época nos dan noticias interesantes sobre detalles constructivos, organización de los astilleros, coste de los barcos, régimen legales de los mismos, entre otros datos inéditos. En el siglo XVI aparecen las primeras descripciones acompañadas de planos: **Construcción de galeras de Theodoro de Niccolo de Venecia** (1544), y las informaciones y planos de **García de Palacio** publicadas en Méjico en 1587; significó un progreso considerable en la concepción del barco y un intento de superar los criterios anteriores de proporciones y dimensiones como la regla de "as, dos, tres" (ALEMANY, J. y CASANOVAS, A., 1987).

Durante el siglo XVII los constructores ingleses y franceses empiezan a utilizar de una forma más frecuente planos de construcción. En España aparece la obra de **Tomé Cano. Arte para fabricar y aparejar naos** (1611) y **Las Ordenanzas de Navíos** de 1607 y 1618.

En Barcelona los carpinteros de ribera o "Mestres d'Aixa" se agrupan en cofradía en el siglo XVI; pero no será hasta el siglo XVIII en que se generalice de una forma más o menos sistemática el uso de planos de formas y de líneas de agua.

---

<sup>1</sup> Museo Arqueológico de Barcelona.

De estos planos se realizaban modelos a escala que los constructores mostraban al cliente para posteriormente realizarlos a tamaño natural. Son verdaderos estudios sobre construcción naval y para nosotros piezas únicas e insustituibles como fuente de información. Estos modelos de astilleros empezamos a encontrarlos en España a partir del siglo XVIII, principalmente de los buques de la armada. Dentro de estos modelos podemos incluir los empleados en las escuelas de náutica con fines didácticos utilizados por los alumnos en sus prácticas. Son modelos normalmente cortados en su línea de flotación y con la maniobra fuera del casco para facilitar su gobierno.

Se introducen más tarde los medios cascos de construcción utilizados por los carpinteros de ribera para trazar las líneas maestras del casco de la embarcación y resaltar determinados detalles constructivos. Pueden presentar solo el casco con arboladura o ella. Todos estos modelos son altamente fiables y no ofrecen problemas de interpretación.

No ocurre lo mismo con los modelos considerados como ex-votos, los cuales son ofrendas votivas dedicadas a un santo o advocación mariana y en agradecimiento por haber salido ileso de cualquier peligro durante la travesía. Estos modelos que podemos considerar como muestras de la religiosidad y arte popular sólo nos pueden aproximar a la realidad del barco representado, no a sus dimensiones o elementos estructurales, y su estudio debe de ser abordado con reservas. Muchas veces el artesano constructor del modelo votivo carecía de conocimientos de construcción naval, pero era capaz de ofrecernos una visión detallada de la forma y decoraciones de la embarcación; a veces es la única representación que poseemos en tres dimensiones de un determinado tipo de barco.

El problema de la interpretación iconográfica es mayor ya que aquí influyen no sólo los conocimientos náuticos del artista sino su habilidad como dibujante y su propia interpretación estética de la realidad que ve. Nos muestra la forma del barco o alguna particularidad concreta: sistema de gobierno, velamen, pero nada referente a la estructura interna del mismo. Encontramos representaciones de barcos en: pinturas, bajo relieves, mosaicos, monedas, grafitis, y en pequeños objetos diversos como cerámicas. Aun con reserva, la iconografía es una fuente esencial e imprescindible para cualquier investigación sobre arquitectura naval.

## **ARQUITECTURA NAVAL DE EPOCA MODERNA. TRAZADO DE UNA GALERA**

La galera aparece en época clásica y es un tipo de barco que está presente en toda la historia de la arquitectura naval hasta el siglo XVIII. En el siglo XVI incorpora notables mejoras, y después de un periodo de perfeccionamiento y auge, inicia una lenta decadencia producida por dos factores. Por una parte el desplazamiento de las rutas de navegación hacia el Atlántico, donde la galera por la forma de su casco y la poca capacidad de carga, no era el tipo de embarcación ideal y sería desplazada por otras naves más aptas, como galeones y carracas. Por otra parte, la sustitución del armamento ligero (falconetes y culebrinas) por cañones de bronce colocados en los costados del barco, requería un franco bordo más elevado que el de la galera. La nueva táctica de batalla, de fuego por alcance no por contacto directo, haría que paralelamente al auge del navío en el siglo XVIII fuera desapareciendo la galera incluso del Mediterráneo.

La riqueza forestal de Cataluña y su tradición marinera representó para este país la continuación, y si cabe el reforzamiento de la fábrica de galeras de las Reales Atarazanas de Barcelona, en activo desde el siglo XIII, en la que se construyeron gran parte de la escuadra de galeras de la Corona.

El trazado y construcción de una galera era complejo trabajo, obra de maestros constructores y de expertos carpinteros de ribera que se proyectaba antes de la



puesta de la primera pieza de la quilla. Los documentos de la época son bien explícitos en este sentido no sólo se conocía el tipo de madera necesaria para cada parte de la embarcación (Encinas y robles para quillas, cuadernas, timones y barras transversales, abetos y pinos grandes y largos para mástiles, abetos y pinos delgados y estrechos para las antenas, hayas para los remos, chopos y álamos para las obras muertas y nogal para las popas, asientos y cámaras de capitanes (GIL, P., 1949), sino que también la forma de estas maderas estaba ya predeterminada desde el principio y que procedía de diversas partes de Cataluña, según su estructura y dureza.

Un solo contrato de construcción, de los varios que existen en el Archivo General de Simancas, puede ser muy claro en este sentido<sup>2</sup>. El referido documento trata sobre la construcción de doce galeras, dos bastardas (es decir de veintiocho a veintinueve bancos) y diez sutiles (de veinticuatro a veinticinco bancos). Dichas galeras se construyeron en dos años, desde el uno de agosto de 1591 hasta el 31 de agosto de 1593. En el citado documento se nombran las maderas de roble para estamaneras (genoles), madizos (varengas) llatas, rodas cortadas en los bosques de Arbucias, pino para contovales, llaves del mismo sitio geográfico y otro tanto de los bosques de Vilafranca del Panadés, álamo para bacallares, postizas, batallolas del campo de Tarragona. La mayor parte de las partidas de madera que se relacionan en el documento no especifican el número de árboles talados, pero es de suponer que ascendían a más de 10.000.

El roble se usaba para las partes de las embarcaciones que tenían que resistir mayores presiones y que por lo tanto soportaban la estructura del bajel. Por esta razón se mencionan en el documento las rodas, de proa y de popa que unidas a la quilla formaban su columna vertebral, y las varengas y genoles que formaban el costillaje, junto con otras piezas estructuralmente importantes como las llatas que sustentan las superestructuras de proa y de popa. Estas piezas tenían formas especiales y por lo tanto debían buscarse árboles con las dimensiones, curvatura y forcados de remaje que se adecuaran a las mismas, dado que no podían ser dobladas ni cortadas a contrabetado. Mientras que el pino se usaba para forrar el buque tanto interior como exterior, operación para la que se curvaban las tablas. El álamo que por ser ligero y resistente al agua se usaba para la construcción de las piezas de la postiza, es decir de aquella parte del buque que a modo de plataforma formaba el punto de apoyo de los remos.

Las maderas se cortaban en un periodo del año determinado, a menudo observamos en los documentos la condición de que se corten en la luna menguante de agosto<sup>3</sup>. Aunque no faltan los tratados de construcción como el del italiano Crescentio en los que se aconseja la tala entre el tercer o cuarto menguante de la luna y a finales de enero (CRESCENTIO, B., 1607). En el mismo tratado se especifican las maderas más adecuadas para la construcción, repitiéndose las especies de la geografía de Pere Gil: encina, olmo (para las piezas de la postiza para las que en Cataluña es más frecuente el uso del álamo) roble, abeto, haya, chopo y nogal.

Junto con la madera las otras materias primas básicas para la construcción total de una galera eran: el metal hierro, bronce y latón para los pernos, la clavazón, zunchos y poleas, el cañamo para la jarcia y el algodón para las velas. Al coste total se debía añadir también el de la estopa, la pez y el quitrán para convertir el casco en estanco y el coste de la decoración, sobre todo el de la popa, que se realizaba con madera de nogal labrada.

El trazado de una galera lo realizaban los maestros mayores, que en las Reales Atarazanas de Barcelona en 1594 eran tres, Padro Cataban, Juan de Nicolo y

---

<sup>2</sup> Archivo Real y General de Simancas, sala de guerra, inventario I, legajo 399.

<sup>3</sup> Archivo Real y General de Simancas, Art. 4<sup>a</sup>, Doc. 991, julio 1589.

Francisco Covos (Ibidem, nota 2). Dicho trazado se realizaba en función de los bancos que tenían las galeras. La distancia entre bancos era fija, se llamaba "Interescalamo" y equivalía en Francia a 1,219 m. (HUMBERT, J., 1986). Esta medida determinaba las dimensiones del Tálamo o lugar donde se situaba la cámara de boga, a la que se añadían las dimensiones de las superestructuras de proa y de popa y el espolón.

La construcción de una galera empezaba por la quilla, normalmente llamada "carena", a la que se añadían las rodas de popa y de proa reforzadas por las contrarrodas. El cuerpo de la galera lo constituyen las cuadernas. Estas constan de dos partes denominadas de formas diferentes, las varengas que forman el plan de la galera o parte baja de la misma y las estamaneras que forman el pantoque o parte abierta de la galera. Las varengas se fijaban a la quilla mediante pernos, éstas tomaban diversas formas a medida que se acercaban a proa y a popa: de "U" en el centro, de "V" a medida que se alejaban y de "Y" las más extremas, llamadas "forcaces". Estas últimas forman las curvas de los pies de roda y contrarrodas. En total se contabilizaban un centenar de cuadernas. Entre ellas las cuadernas se sujetaban por los durmientes y formando las líneas de cubierta se situaban las llatas. El cuerpo quedaba completo con el recubrimiento exterior e interior llamado forro.

Todo lo construido sobre el puente constituía la obra muerta, es decir el talar, las instalaciones de boga y las superestructuras. El Talar era la plataforma rectangular alargada que limitaba por proa y popa con el yugo y a los lados con la postiza. Su función es llevar fuera los escálamos con su palamenta. Esta estructura aérea, donde se forma el punto de palanca del remo, recibía el nombre de postiza; sobre la cual, se colocaba la pavesada o protección de los remeros, compuesta por los filaretos de bandas y las batayolas o montantes verticales.

Seccionando el talar en dos mitades estaba la crujía. La crujía era una pasarela por la cual se circulaba de proa a popa y viceversa. Las instalaciones de boga quedaban a ambos lados de la crujía, siendo los cuarteles más bajos que ésta. Dichas instalaciones de boga estaban constituidas por los bancos, que tenían una inclinación de un 25% aproximadamente. Esta inclinación estaba regulada y proporcionada por la mitad del interescalamo, puesto que así se deja al bogavante que conduciría el remo, la posibilidad de extender los brazos para dar a la boga toda la distancia necesaria (JAL, A.). El proporcionar correctamente la distancia entre bancos y marcar este desvío era una de las operaciones más delicadas del trazado de la galera, puesto que cualquier error de cálculo podía suponer que los remos de un barco tocasen a los hombres que estarían bogando en el banco anterior.

Cada remo estaba manejado por una cantidad variable de hombres que podía oscilar entre tres y siete, según los casos. Este tipo de boga, llamada galocha, es una novedad del siglo XVI, lógicamente implicaba un remo más largo y pesado que en el periodo anterior. El cálculo de las proporciones del remo se efectuaba según la anchura del talar, sumando la distancia entre postizas más la distancia de postiza a crujía, la primera medición constituía la parte del remo que sobresalía de la postiza, mientras que la segunda lógicamente era la que quedaba en el interior de la cámara de boga.

Al talar seguían en la proa de la galera, la curulla, la arrumbada y el tamborete, junto con el espolón. La curulla era la zona de la galera en la que reposa la bancaza de la artillería. Sobre la curulla, la arrumbada que eran en realidad dos superestructuras unidas por una plataforma común, en ella se apostaban los soldados en el ataque. A proa, la cubierta terminaba en forma de triángulo isósceles llamado tamborete, dicha plataforma permitía a los artilleros cargar los cañones por su parte anterior. El tamborete se prolongaba en el espolón, según Crescencio (CRESCENTIO, B., 1607) debía tener tantos palmos, como bancos tenía la galera, y para dar mayor perfección se daban dos palmos menos.

En la popa la galera se prolongaba con la espalda y la carroza. La espalda era la parte posterior del talar, en ella se situaba la escalera de popa y en su centro se hallaba el Tabernáculo desde donde el capitán comandaba la nave. Seguía la Carroza o parte noble de la galera, más o menos decorada según fuera la categoría de su comandante.

En el siglo XVI las galeras arbolaban generalmente dos mástiles: el maestro y el de trinquete, con sendas antenas compuestas de dos piezas de madera: el car y la pena. Las velas eran de varios tipos y recibían los nombres de: Burda, bastarda y treo.

En el caso de las galeras las piezas más frecuentemente recuperadas por la arqueología submarina son las de artillería. El artillado era de dos tipos: el resolutivo y el de caza. La artillería resolutiva utilizada para "batir buque" estaba situada en la curulla; eran piezas tipo cañón, monobloques con la recámara y la cámara formadas por un solo cuerpo, lanzaban piezas de hierro a distancias medias. Las segundas eran las piezas de "caza" situadas entre la curulla y el fogón, entre éste y la espalda y en la misma espalda, sumando una media de 6 piezas por banda. Eran piezas tipo culebrina y falconetes que se caracterizan por lanzar proyectiles de pequeño y medio tamaño a gran distancia.

Barcelona, agosto de 1987.

## BIBLIOGRAFIA

ALEMANY, J. y CASANOVAS, A.

1987: **La Navegació a Catalunya.** Barcelona.

Archivo Real y General de Simancas, sala de guerra, Inventario I, Legajo 399.

Archivo Real y General de Simancas Art 4<sup>a</sup> Doc 991 julio 1589.

CRESCENTIO, Bartolomeo

1607: **Nautica Mediterránea.**

GIL, Pere

1949: 1551-1622: **La seva geografia de Catalunya, seguit de la transcripció natural, segons el manuscrit de l'any , seguit de la transcripció natural, segons el manuscrit de l'any 1600, inédit del seminari de Barcelona.** Edición de José Iglesias B, Igualada.

HUBERT, Jacques

1986: **La galère du XVII<sup>ème</sup> siècle, evolution technique trace des formes.** Grenoble.

JAL, Auguste

1840: **Archeologie naval, I, 335, Paris.**

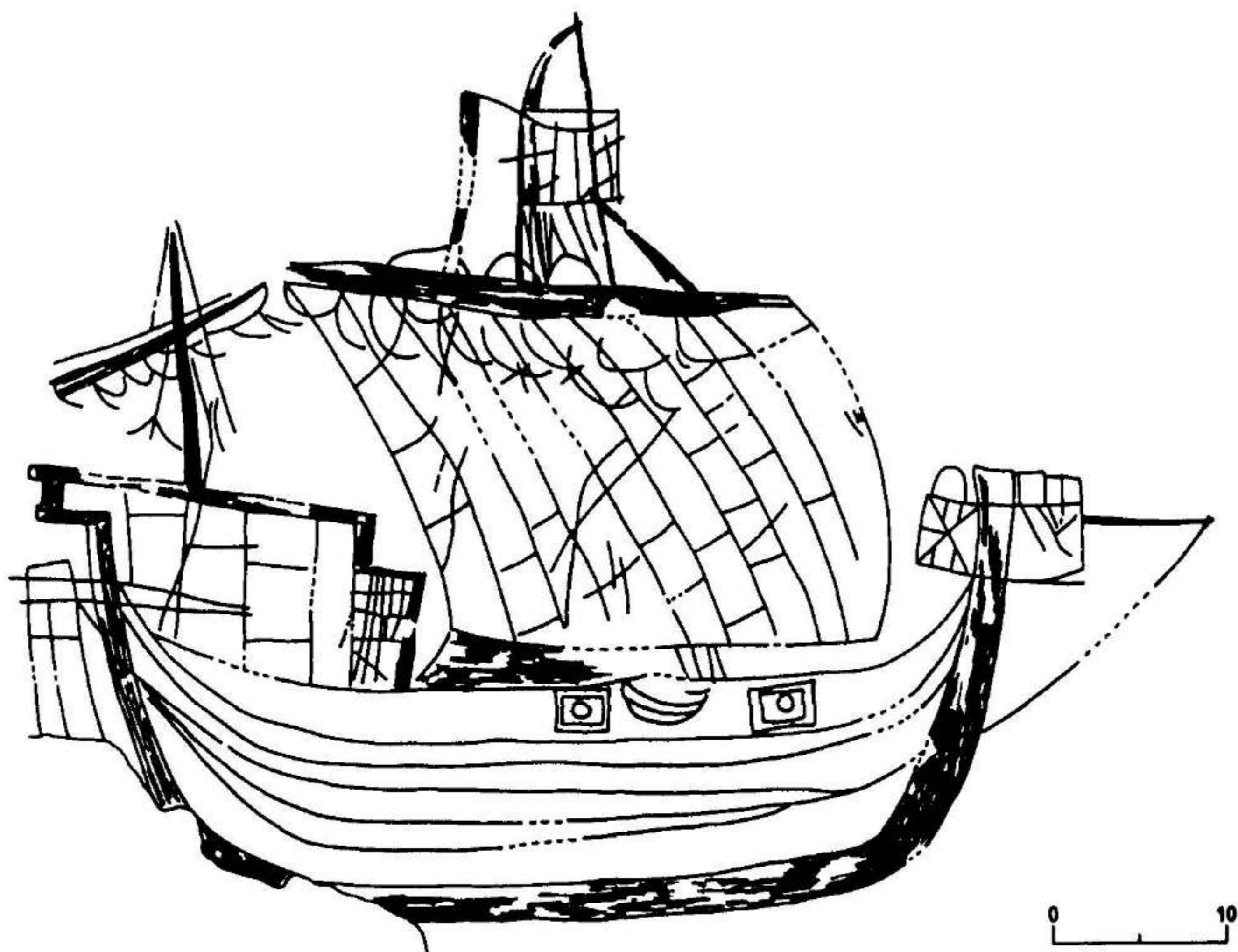


Figura 1. Reconstrucción ideal de una nao de un grafiti pintado en la capilla de Santa Agueda (Barcelona) siglo XV. Del libro *La navegación a Catalunya*. (Dibujo de Alfredo Jaén).

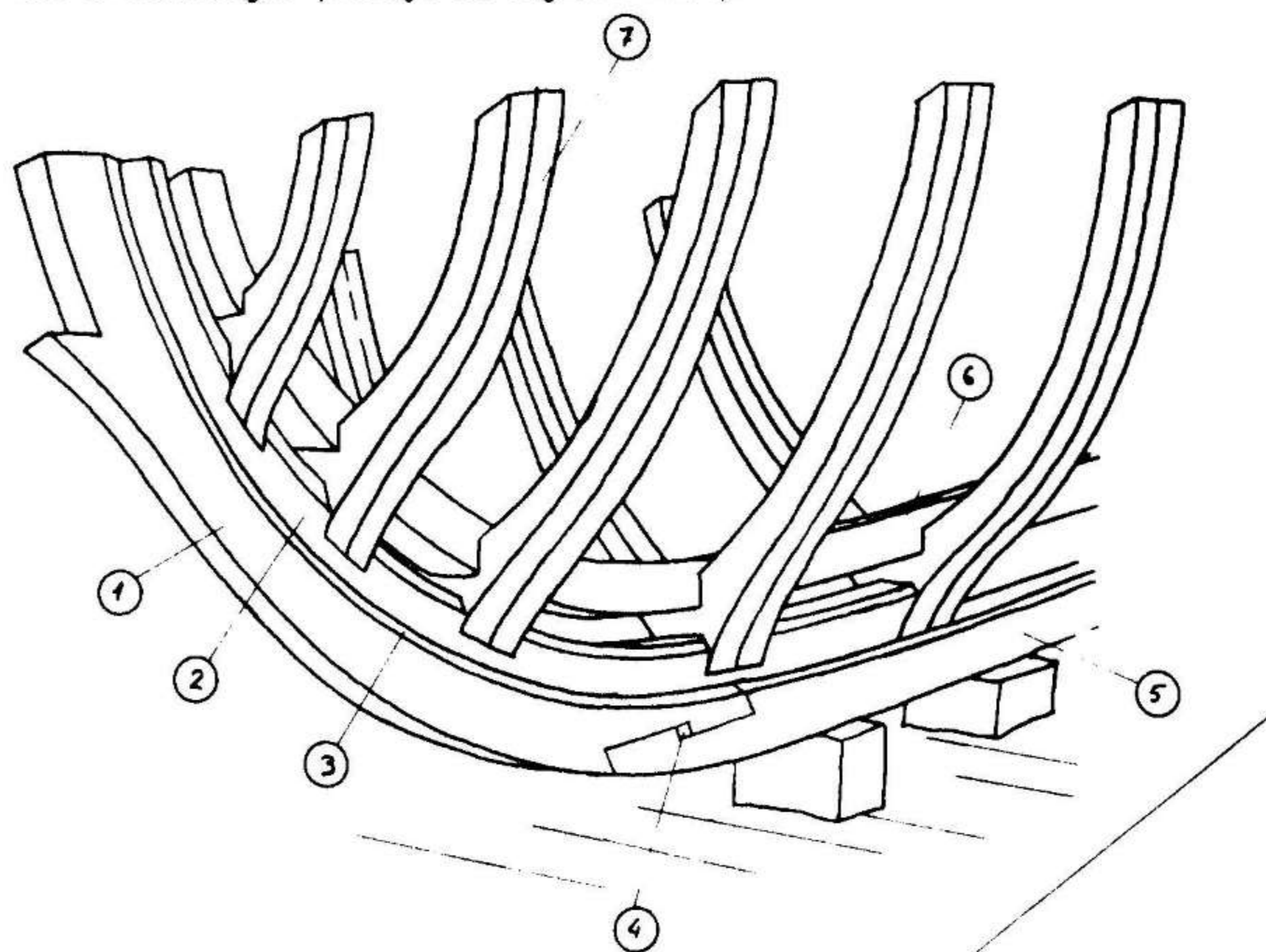
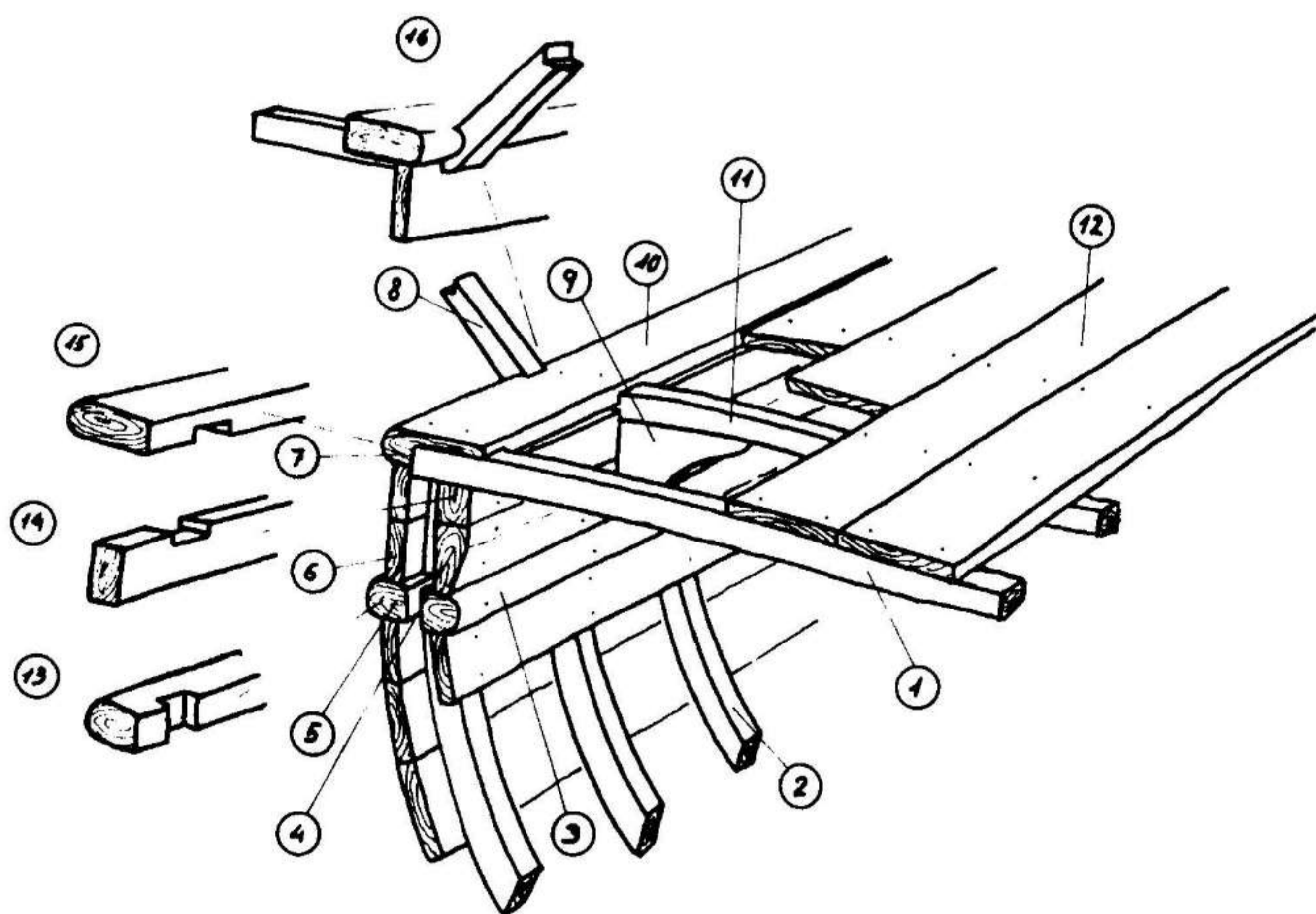
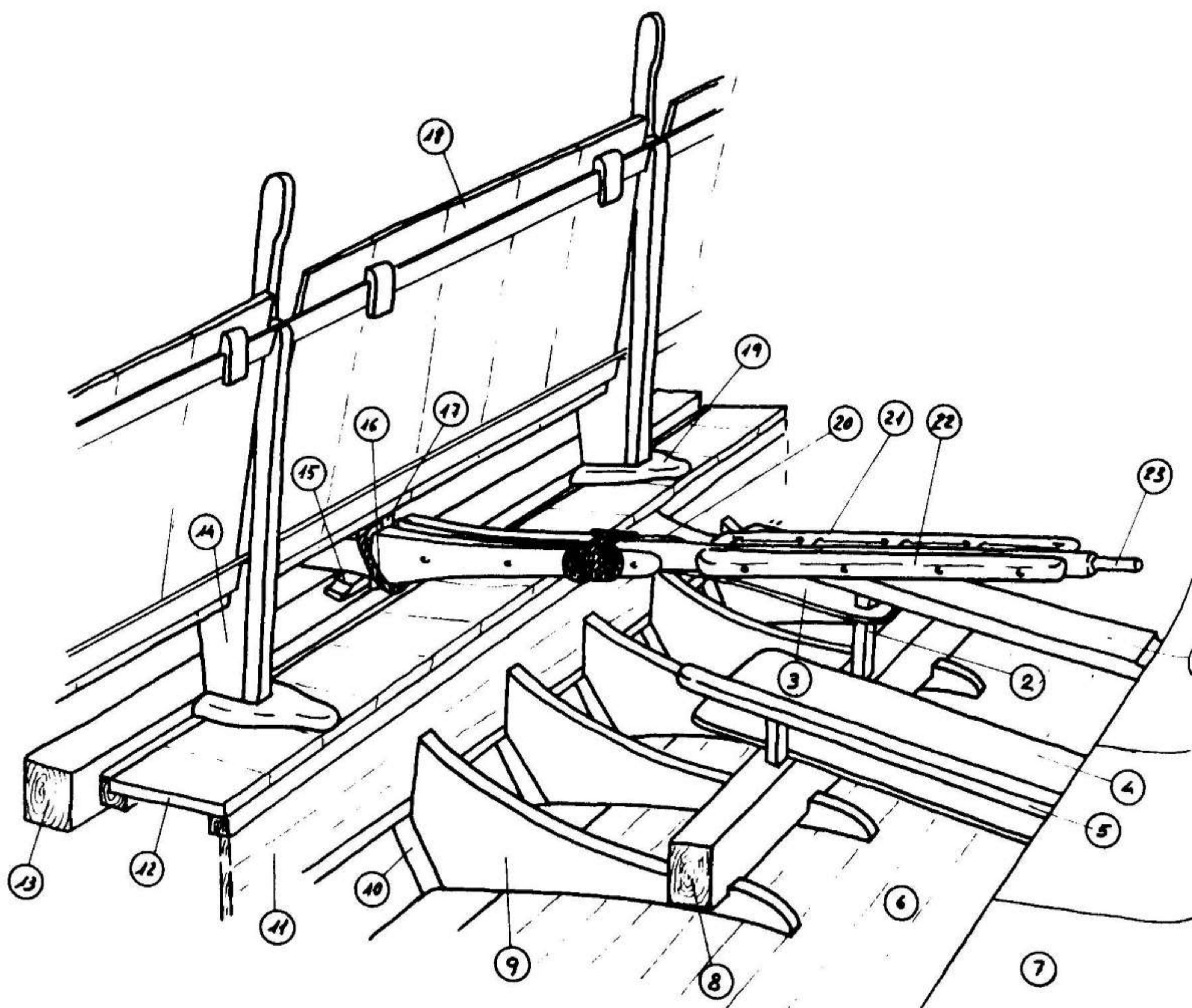


Figura 2. Construcción de la obra viva. 1. Roda de proa. 2. Contraroda. 3. Alefriz. 4. Empalme. 5. Quilla. 6. Sobrequilla. 7. Cuaderna. (Dibujo de Alfredo Jaén).



**Figura 3. Construcción de la cubierta:**  
 1. Bao. 2. Cuaderna, genol. 3. Contacintón. 4. Contoval interior. 5. Contón. 6. Contoval.  
 7. Trancanil, cortado por el encaje del bao. 8. Cuello del bao o de llata. 9. Curvatón  
 de refuerzo. 10. Trancanil. 11. Bao de cuello, llata de cuello. 12. Cubierta. 13. Detalle  
 del cintón. 14. Detalle del durmiente. 15. Detalle del trancanil.  
 (Dibujo de Alfredo Jaén).



**Figura 4. Cámara de boga:**  
 1. Banco. 2. Pie del banco (cruceta). 3. Ballestera. 4. Banqueta o remiche. 5. Peaña.  
 6. Cubierta. 7. Cuerteles de la crujía. 8. Cuerda de pies de banco. 9. Bacalar. 10. Cuello  
 de la llata. 11. Cojinete. 12. Cuartelones del corredor. 13. Postiza. 14. Batayola.  
 15. Zapatilla. escalamera. 16. Estrobo. 17. Escálamo. 18. Empavesada. 19. Calzo de la  
 batayola. 20. Galaberna. 21. Manetas. 22. Plomo, contrapeso. 23. Puño.  
 (Dibujo de Alfredo Jaén).

PANORAMA DE LA ARQUEOLOGIA SUBMARINA  
EN ESPAÑA





## CARTA ARQUEOLOGICA SUBMARINA DEL PAIS VALENCIANO

Asunción Fernández Izquierdo<sup>1</sup>

El conocimiento de los restos arqueológicos en nuestra costa ha sido una constante desde hace años, sobre todo entre pescadores de "arrastre", buceadores deportivos y conocedores de la mar; sin embargo, solamente es a partir de 1979, con el recién creado Club Escorpa, cuando este conocimiento se programa en una serie de actuaciones, prospecciones y recopilaciones de todos aquellos restos bien depositados en colecciones antiguas, bien estudiando los restos arqueológicos recuperados por nosotros mismos. A partir de 1985, la Consellería de Cultura, Educación y Ciencia de la Generalidad Valenciana, acuerda aprobar el Proyecto de Actuación Arqueológica en las Costas Valencianas, con el fin de recopilar la mayor información posible acerca del Patrimonio Sumergido, y actuar por tanto, en aquellos yacimientos más problemáticos.

La importancia del estudio de la Carta Arqueológica, viene dado precisamente, por los materiales y restos recuperados, que posibilitan el estudio de pecios, embarcaderos o restos de construcciones en la misma costa, y relacionados por tanto, con villas o ciudades desaparecidas o desfiguradas por construcciones posteriores, y que a su vez, determinan unos contactos con otros centros del Mediterráneo. Las relaciones marítimas en nuestra costa, comienzan con la expansión fenicia y más tarde, púnica y romana; los poblados y asentamientos costeros, aumentan en número e importancia.

### LITORAL CASTELLONENSE

Los hallazgos submarinos están distribuidos por toda la costa, pero de una manera general, éstos se centran en la desembocadura de los ríos y barrancos, ya que no existía ningún puerto marítimo, ni natural ni construido para este fin. Los contactos comerciales se presentan regularmente por toda la costa, apareciendo en algunos puntos determinados una acumulación de materiales (mayoritariamente ánforas) dentro de un área cercana a la costa, en donde las embarcaciones de cabotaje hacen escala. Dentro de esta provincia, hemos constatado la presencia de una serie de embarcaderos utilizados ya en época romana, con una gran dispersión de restos de ánforas, correspondientes a épocas y tipologías diferentes, e incluso restos de cepos de anclas, y anclas de hierro.

Siguiendo ruta de norte a sur, el primer lugar de embarcadero se encuentra al sur del actual puerto de Vinaroz, con restos de ánforas vinarias, greco-italicas y

---

<sup>1</sup> Diputación de Castellón.

tarraconenses, e Imperiales de salsas y conservas de pescado y aceite bético. Más hacia el sur, nos encontramos con Benicarló, en cuyas cercanías se encontraron restos de un pecio muy destruido con abundantes ánforas Haltern 70, y que podría datarse en el siglo I de la Era, otros restos de ánforas pertenecen a los tipos Dressel 7-11.

La playa de Alcocebre, también contiene restos de ánforas de los mismos tipos mencionados anteriormente, y por tanto correspondientes a la misma época. Estos desembarcaderos están relacionados con asentamientos ibéricos e ibero-romanos situados en puntos cercanos a los cauces de barrancos, o relativamente cercanos a la costa, por ejemplo el Puig de Vinaroz, La Closa o el Tossalet.

Ya en Cabanes, nos encontramos con el yacimiento de Torre la Sal, en donde se han efectuado varias campañas de excavaciones; en donde los últimos trabajos de 1987 han dado como resultado una mayor extensión del poblado, con restos de habitaciones, y de un almacén de ánforas Mañá C-2, semejantes a las encontradas en el mar, y semienterradas, alineadas, con restos de resinas en los alrededores, igualmente, restos de una balsa hecha con fragmentos de ánforas, por lo que posiblemente, se reutilizasen para envasar otro producto. En este sentido, el hallazgo de ánforas Dr.1 llenas de resina de pino, puede aportar nuevos datos para el estudio de un comercio autóctono de esta costa. El poblado deja de utilizarse a fines del siglo I a.C. al igual que su desembarcadero. Se trataría por tanto, de un pequeño puerto comercial, enclavado en un litoral de albuferas y gravas, en donde la mar actualmente, gana terreno, tal y como lo demuestran los restos del antiguo poblamiento ibérico en la misma orilla, y que algunos autores, han querido ver en él, la antigua ciudad de Hylactes (PERIS FUENTES, J., 1922: 218-221).

Otros restos arqueológicos se localizan en la Olla de Benicasim, que forma una pequeña ensenada en donde se refugiaban y abrigaban las embarcaciones pequeñas (CAVANILLES, A.J., 1795). Actualmente, las construcciones modernas y escolleras han provocado un desdibujamiento del perfil costero, y en donde existían los restos de un poblado ibérico, justo en la desembocadura del Barranc de la Farja (PORCAR RIPOLLER, J.B., 1933: 78-89), los restos de ánforas corresponden a envases vinarios del siglo I a.C.

El yacimiento a destacar, más hacia el sur, se encuentra en la playa de Almazora, en donde también se han llevado a cabo algunas campañas de excavaciones. El área de desembarcadero, está muy disperso y relacionado con los antiguos poblados ibéricos de la playa de Castellón. En él, se descubrieron los restos de un pecio fechado en el año 40 d.C. (RAMOS, J.; WAGNER, G. y FERNANDEZ, A.) con un cargamento de ánforas Dr. 2-4 tarraconenses, material metálico y morteros. Al mismo tiempo otros restos arqueológicos, cepos de anclas y ánforas diversas, demuestran la utilización de esta playa desde el siglo III a.C., hasta bien entrado el siglo XVIII, con un auge mayor hacia época alto medieval. Esta repetida utilización se debe a su proximidad a la desembocadura del río Mijares, en donde, en su parte sur, también existen restos de ánforas posiblemente relacionados con la villa romana situada en la misma orilla, apareciendo ánforas de salazones fechadas alrededor del siglo I-II d. C.

Al sur del puerto de Burriana, se sitúa la playa de El Cargador de Onda, en donde existen restos de un poblado ibérico y aún perduran restos de edificaciones del siglo XVI d.C. De este embarcadero provienen algunas ánforas semejantes a las anteriormente citadas y varias del tipo Dr. 30.

El último punto dentro de la actual provincia de Castellón, es quizás el más polémico, ya que se trataría del embarcadero situado en los mismos Estany de Almenara, situados al pie del cerro, hoy cantera, y en donde según Polibio se encontraba el Templo de Venus. Sobre esta hipótesis, se han efectuado varios estudios, pero sin resultados concretos sobre este punto. Lo verdaderamente cierto, es que debieron de ocupar una mayor extensión y pudiera ser posible el ataque de

naves pequeñas; ésto podría explicar el uso de una construcción existente en forma de pared, parcialmente sumergida. El fondo de los Estanques, lodoso, presenta fragmentos y restos de cerámicas diversas, medievales, y romanas, al igual que algunos fragmentos de ánforas indeterminadas.

Después de este período romano, esta costa apenas presenta restos arqueológicos, el litoral sufre las consecuencias del declinar de la dominación romana, siendo abandonados la mayoría de los desembarcaderos y yacimientos. El paso al legado de Bizancio, está poco claro, siendo muy poco lo que se conoce sobre barcos bizantinos y su comercio. Hasta el siglo XV, no vuelven a ser utilizados algunos de ellos, apareciendo restos de cerámica de Manises principalmente.

## **COSTAS DE VALENCIA**

Desde Almenara hasta Sagunto, existe un vacío a nivel de información de hallazgos, y solamente es en esta costa en donde podemos hablar de un centro clave de control en las comunicaciones, tanto terrestres (vía Heraclea y del interior hacia Teruel), como marítimas, por medio de su puerto situado en el Grao Vell (MANTILLA COLLANTES, A., 1986: 565-588). Sagunto, ciudad ibérica, aliada de Roma desde el siglo III a. C., presenta una gran influencia de la romanización. Las prospecciones submarinas llevadas a cabo en el Grao Vell, están dando a conocer restos de posibles construcciones portuarias y gran cantidad de restos de ánforas, con una cronología que abarca desde el siglo IV a. C. hasta el siglo IV d. C.<sup>2</sup>

Hasta las costas de la actual ciudad de Valencia, existen restos de cerámicas diversas: escudillas de Manises en el Puig, o restos de un pecio muy destruido, perteneciente al siglo III d.C. Solamente en los alrededores de la antigua Valentia podemos hablar de áreas de desembarco. Las investigaciones en Arqueología Submarina vienen realizándose desde hace años junto con el Servicio de Arqueología Municipal en los yacimientos de El Cabanyal-Malvarrosa, al norte del actual puerto, y en la playa de El Saler, al sur, cerca del cual se localizó hace años el Apolo de Pinedo. El primero de ellos, ya ha sido dado a conocer en varios Congresos (RIBERA, A. y FERNANDEZ, A., 1985) por su excelente material: ánforas greco - orientales, etruscas, corintias y massaliotas, junto con otras de tipología púnica, fenicias e ibéricas, y con una cronología de fines del siglo VI inicios del s. V a.C. Realmente, la utilización de este desembarcadero, tendría que estar ligado a la penetración de productos hacia el interior, hasta los yacimientos ibéricos, ya que la ciudad de Valentia no se funda hasta el año 138 a.C.

Sin embargo, la playa de El Saler, está relacionada con el desarrollo de la ciudad, ya que no se han recuperado hasta la fecha, restos arqueológicos anteriores a esta fecha, lo que indicaría un área de desembarcadero relacionada estrechamente con la actividad comercial de Valentia (FERNANDEZ IZQUIERDO, A., 1984).

Otro punto a destacar, se situaría en la desembocadura del río Júcar, en donde se encuentra la actual ciudad de Cullera, las actividades arqueológicas submarinas comenzaron hace poco tiempo con la recuperación de un cepo de ancla romana, y actualmente con la publicación de las excavaciones en tierra y la de los fondos del Museo Municipal, en donde se exponen piezas recuperadas en sus aguas, y que pertenecen a ánforas de tipología púnica y romana, así como cuencos y escudillas del siglo XV procedentes de Paterna-Manises. Las áreas de hallazgos, corresponden con puntos de aguada (norte del Cabo de Cullera), o con zonas de penetración hacia el interior (río Júcar).

---

<sup>2</sup> Comunicación oral de la Prof. Dña. Carmen Aranegui.

Desde Cullera hasta las costas de Denia, las noticias son escasas, concretrándose en ánforas de tipología romana (Dr.1) y de localización inexacta. Sin embargo ya en las costas de Denia, los hallazgos son muy numerosos. Las actividades del Museo Arqueológico de Denia han puesto al descubierto numerosos restos arqueológicos de la antigua Dianium. Las prospecciones en aguas de Denia, vienen a documentar la actividad comercial de esta costa, sobre todo en época romana y tardorromana ( S. I a.C. hasta el s. V d.C.) y más tarde durante época medieval.

Primeramente destaca el yacimiento de La Almadrava, en cuya costa se están llevando a cabo desde 1984 una serie de excavaciones poniendo al descubierto restos de hornos de ánforas tipos Dr. 2-4, Dr. 26 (Oliva 3) y Dr. 30, fechados en el primer tercio del s. I d.C. (GISBERT SANTONJA, J., 1985). Directamente relacionado con estos hornos, es el pecio descubierto recientemente, con un cargamento de ánforas Dr. 2-4 semejantes a las de tierra. Otros hallazgos se jalonan en las desembocaduras de los ríos, por ejemplo el Alberca, con restos de losas de construcción, dolium, téglulae y ánforas Dr. 20 y Africanas. Playa de Las Marinas, en donde destacan los restos de un barco (sin localizar su maderamen), pero con un cargamento de ánforas Dr. 1-B y Campaniense A y C y que probablemente se trataría de un área de embarcadero relacionado con la actividad comercial de Dianium.

El área en torno al actual Puerto se encuentra rodeada por zonas rocosas fáciles para el fondeo y anclaje de embarcaciones, y en donde los restos de cepos de ancla, ánforas de tipología romana y otros restos modernos indican su continua utilización desde aquella fecha. Posiblemente la mayor acumulación de cerámica medieval en estos alrededores esté relacionado con la utilización del actual Canal de entrada al Puerto, y ya fuera conocido y utilizado entonces.

La playa de Las Rotas mantiene en su costa restos del llamado "Puerto de Los Ingleses" en donde se tienen noticias del naufragio de un barco en el S. XVIII cargado de cerámica y pipas de espuma de mar; igualmente son muy abundantes los restos de cerámica medieval: cuencos, platos, tapaderas, cántaros etc...

Hacia el Sur, nos encontramos con la costa de Jávea, en donde los hallazgos fortuitos se centran sobre todo en la Playa de El Portixol, ánforas de tipología romana (Dr.1 y Dr. 20), abundantes restos de anclas tipo Almirantazgo y otros restos diversos; en el resto de la costa, apenas se han documentado restos sumergidos, si bien, las noticias de extracciones y hallazgos son continuadas (LAUGIER, P. y CARRAZE, F., 1976: 99-103).

Desde Jávea hasta la costa de Santa Pola, existe un vacío enorme a nivel de información, ya que no en hallazgos. Moraira, Calpe, Altea, Benidorm, Villajollosa, Campello, Alicante, son puntos en donde la investigación submarina apenas se ha hecho notar; sin embargo, Santa Pola y Torre Vieja mantienen un interés cada vez mayor por el estudio y comunicación de hallazgos. Santa Pola, se encuentra situada a medio camino entre Alicante y Elche, en cuyo término se encuentra la antigua Illici; y en su bahía la Isla de Tabarca, la Planesia de Estrabón (SANCHEZ, J.M<sup>a</sup>.; BLASCO, E. y GUARDIOLA, A., 1986). En esta ciudad se encuentra el antiguo Portus Illicitanus, conocido ya por los autores latinos del siglo I d.C., la documentación arqueológica atestigua un poblamiento indígena ibérico, ya conocido a partir del siglo V a.C. Se trataría de un establecimiento portuario estrechamente vinculado a La Alcudia, en donde recientemente hemos llevado a cabo trabajos de prospección submarina, los restos recopilados hasta la fecha, presentan un sincronismo con la ciudad, la mayoría pertenecientes a barcas de "arrastre".

S. I d.C. hasta s. II: época de auge y expansión económica, con productos importados de origen itálico. Dr. 2-4 y 7-11.

S. III hasta fines s. IV d.C.: importación masiva de productos norteafricanos.

El mayor número de restos arqueológicos submarinos corresponden a ánforas romanas extraídas por los pescadores de arrastre, de los tipos Dressel 20 recuperadas en las inmediaciones del Cabo de La Nao.

El resto de ánforas no tienen localización precisa, se recuperaron dentro del límite municipal de Santa Pola: ánforas de tradición griega, púnicas, y romanas (Dr. 1 A, B y C, Dr. 7-11, Pelichet 46, Dr. 30 y 31, Almagro 51-C, Tripolitanas forma II y Keay XXV).

Las prospecciones submarinas llevadas a cabo durante este año han tenido escaso resultado en el litoral, ya que debido a las construcciones actuales, los fondos se encuentran enarenados; sin embargo, la situación no es la misma en la Isla de Tabarca, como hemos apuntado anteriormente, en donde son muy abundantes los restos de ánforas y cerámicas varias, sobre todo africanas de borde ahumado.

Concluyendo hacia el Sur, el último punto en donde hemos realizado trabajos de prospección submarina es en la costa de Torrevieja, el origen de ellos se debe al hallazgo de una serie de barras de plomo recuperadas cerca de la costa tras los temporales de 1981, durante los cuales, y al igual que en el resto de la costa del País Valenciano, se quedaron al descubierto gran cantidad de restos de ánforas romanas, desde la playa de La Mata (al Norte) hasta Punta Prima, al Sur.

El área más interesante, se centra en la serie de estructuras semisumergidas de la playa de La Mata, en la desembocadura del llamado Acequión, en donde se recuperaron igualmente gran cantidad de ánforas del tipo Dr. 1, Dr. 30 y Nor-teafricanas, al igual que un cepo de piedra de dimensiones medianas.

Estos restos portuarios junto con las ánforas recuperadas, apuntan ciertamente hacia una zona de atraque, relacionada posiblemente con la explotación primitiva de las salinas de La Mata, ya que los restos arqueológicos presentan una cronología desde el siglo II a.C. hasta el siglo III d.C.

El otro foco de acumulación de restos arqueológicos, se centra en la Playa de Los Locos o del Saladaret. Se trata de una pequeña bahía protegida de los vientos de Levante en donde se recuperaron varios lingotes de plomo en forma de "barras de pan" y unos metros al Norte, varios cientos de kilos de lingotes de plomo, de paradero actual desconocido; junto con ellas, algunas ánforas de tipología Nor-teafricana del siglo III d.C., y otras Béticas, al igual que algunos fragmentos de cerámica correspondientes a formas medievales y modernas.

## CONSIDERACIONES FINALES

La etapa más antigua (S.VII-primera mitad del VI a.C.) es la menos representada, contamos con dos ánforas fenicias R-1 (RAMON) de El Portixol (Jávea) y desembocadura del río Mijares (Burriana), único testimonio de la ruta que partía de las factorías del Estrecho hacia el Golfo de León (FERNANDEZ-RIBERA-GOMEZ, 1986).

A partir de mediados del siglo VI a.C., se desprende un cambio en los cargamentos, y seguramente en las rutas comerciales. Los hallazgos en nuestra costa, son piezas de filiación etrusca, massaliota, griega, etc... que llegarían a la Península desde el Norte, vía Massalia-Emporion, o incluso a través de otra ruta paralela por Las Islas a través de Ibiza.

A finales del siglo III a.C. la procedencia de ánforas del mundo púnico, se ve desplazada por prototipos fabricados en el área del Sur de Italia: La Campania, Lacio y Etruria, junto con ellas, aparecen en los mismos yacimientos de nuestras aguas productos fabricados en los mismos centros: cerámicas de barniz negro y Rojo Pompeyano. Las relaciones por tanto, se reducen al intercambio de materias primas procedentes de la Península Ibérica, por manufacturas producidas en Italia.

Con el cambio de Era, las rutas comerciales de productos parten sobre todo de La Bética (aceite, vino y salazones), bordean la costa española hasta el litoral

alicantino, desde donde continuaría una buena parte del producto hasta Ostia, por la ruta de Las Islas. Otra parte, continuaría bordeando la costa hacia el Norte, abasteciendo al País Valenciano, Cataluña y Sur de Francia hasta el Limes Germánico, a través del Ródano y Rhin hasta llegar a Britania.

Esta segunda ruta, queda atestiguada en nuestra costa, por la gran cantidad de ánforas Dr. 20 que aparecen hasta las costas de Denia, desde aquí hacia el Norte, los ejemplares son escasos y centrados en torno a las Islas Columbretes, posible punto de escala hacia la desembocadura del Ródano.

Sin embargo, las ánforas de salazones y salsas de pescado, así como las de vino bético, hacen su aparición en casi todo el litoral en mayor o menor número.

A partir del siglo III d.C. y todo el siguiente, asistimos a una masiva llegada de productos norteafricanos: ánforas, T.S.Clara, vasijas de borde ahumado, etc..., presentes igualmente en todo el litoral.

Los periodos visigodo y musulmán se limitan hasta ahora, a leves menciones en fuentes históricas, pero la Arqueología apenas ha demostrado un comercio continuado. Algunos ejemplares de ánforas posiblemente fechables en el siglo VI d.C., podrían representar esta continuación en el comercio marítimo del País Valenciano.

## BIBLIOGRAFIA

CAVANILLES, A.J.

1795: **Observaciones sobre el Reyno de Valencia, 2 tomos.**

FERNANDEZ, A.; RIBERA, A. y GOMEZ, C.

1987: "Las ánforas griegas, etruscas, fenicio-púnicas en las costas del País Valenciano." **Symposium Europeen sur les marines Marchandes et le Commerce Grec, Carthaginois et Etrusque, dans la mer Tyrrhenienne, 19-25 Janvier, Ravello.**

FERNANDEZ IZQUIERDO, A.

1984: "Las ánforas romanas de Valentia y de su entorno marítimo." **Arqueología, nº 3, Ajuntament de Valencia, Valencia. 19-25 janvier, Ravello.**

GISBERT SANTONJA, J.

1985: "La producció de ví al territori de Dianium durant L'Alt Imperi: El taller d'ánfores de la villa romana de L'Almadrava." **El ví a L'antiguitat Económica, producció i Comerc al Mediterrani Occidental, Badalona.**

LAUGIER, P. y CARRAZE, F.

1976:" **Le Mouillage de la anse de la Fontaine a Javea." Cahiers d'Archeologie Subaquatique, V, pp. 99-103.**

MANTILLA COLLANTES, A.

1986: "Las ánforas de época romana en Saguntum." **Rev. Arse (Boletín del Centro Arqueológico de Sagunto), 21, Sagunto, pp. 565-588.**

PERIS FUENTES, J.

1922: "Escarceos arqueológicos. Castellón y sus cercanías.", en **Bol. Sociedad Castellonense de Cultura, III, Castellón, pp. 218-221.**

PORCAR RIPOLLES, J.B.

1933: "Excursions i recerques arqueològiques. Les cultures en la platja de Castelló", **Bol. Sociedad Castellonense de Cultura, XIV, Castellón, pp. 78-89.**

RAMOS, J.; WAGNER, G. y FERNANDEZ, A.

1984: "El yacimiento submarino de Ben-Afelí (Almazora, Castellón). Estudio de los materiales." **Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses, 10, Castellón, pp. 121-158.**

RIBERA, A. y FERNANDEZ, A.

1985: "Anforas etruscas en el País Valenciano." **Secondo Congresso Internazionale Etrusco, Florencia.**

**RIBERA LACOMBA, A. y FERNANDEZ IZQUIERDO, A.**

1985: "Prospecciones arqueológicas submarinas en la zona de El Saler, Valencia." **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Cartagena, 1982. Madrid, pp. 83-91.

**SANCHEZ, M<sup>a</sup> J.; BLASCO, E. y GUARDIOLA, A.**

1986: **Portus Illicitanus. Datos para una Síntesis**, Ayuntamiento de Santa Pola, Alicante.



**LA CARTA ARQUEOLOGICA SUBMARINA DE IBIZA.  
INFORME DE LAS CAMPAÑAS DE 1983- 1986.**

**Virginia Galván Martínez<sup>1</sup>  
Belén Martínez Díaz<sup>2</sup>**

**INTRODUCCION HISTORICA**

El interés por la arqueología en Ibiza no surge como un fenómeno aislado, sino que forma parte de los trabajos de investigación arqueológica que desde finales del S. XIX se venían realizando por todo el Mediterráneo Occidental (FERNANDEZ, J.H., 1985).

/A.L. Delattre, 1895: Excavaciones en Cartago: Douimés, Saint Louis, Saint Monique.

S. Gsell, 1904: Norte de Africa: Necrópolis de Gouraya (Argelia), asentamientos cartagineses.

Bonsor, 1899: Carmona.

L. Siret, 1908: Villaricos.

Mayr, 1905: Malta (Tumbas púnicas).

Whitaker, 1906-1914: Mozia (Sicilia)./

Parece que el momento inicial de la colonización de la isla fue a mediados del S. VII a.C., tal como indicara Diodoro (GOMEZ BELLARD, 1985)<sup>3</sup>. La colonización cartaginesa en la isla, según testimonio de este autor, que remonta seguramente a Timeo, data del 654-653 a.C.: "La isla estaba bien comunicada con Cartago por los vientos y las corrientes marinas ... Se llamaba la isla Pityussa por la abundancia de pinos, estaba muy bien situada, pues distaba del Estrecho de Gibraltar tres días y tres noches de navegación, de Africa un día y una noche y un solo día de Iberia... Su fertilidad era limitada pues contaba con pocas tierras dedicadas al cultivo de la vid y de los olivos salvajes que producían aceitunas. Se afirma que la calidad de la lana era muy buena, tenía buenos campos y colinas y una ciudad llamada Ebussus,

---

<sup>1</sup> Instituto de Edafología y Biología vegetal del C.S.I.C.

<sup>2</sup> Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Ministerio de Cultura. Madrid.

<sup>3</sup> En relación al texto de Diodoro; I. Macabich: "Hª de Ibiza" Vol. I, Palma de Mallorca, 1966, p. 11: "Cual es sabido empleaban los griegos (y lo eran Timeo y Diodoro) la denominación de bárbaros en sentido de no griegos, por manera que este texto indicara una población cosmopolita, en su mayor parte de Cartagineses (a los cuales llama genéricamente fenicios) y con exclusión de griegos. Es de suponer que debido a la rivalidad comercial entre ambos pueblos."

colonia de los cartagineses. Poseía igualmente puertos dignos de mención y buenos muelles y muchas casas bien construídas. La habitan bárbaros de diversa procedencia, la mayor parte eran fenicios o sea cartagineses." (BLAZQUEZ, J.M. et alli, 1980, 465-467).

Es a mediados del S.VII a.C. cuando debieron ocurrir los primeros tanteos serios y sistemáticos de la colonización semita en el archipiélago balear. En un momento anterior habría un periodo de observación de la costa dirigido a la búsqueda de embarcaderos (GUERRERO AYUSO, V.M., 1984), lugares de atraque y fondeo, carga y descarga, aprovisionamiento de agua... En época antigua y hasta el mundo romano, se llevaría a cabo una navegación de cabotaje con barcos de poco calado que exigirían lugares de aprovisionamiento próximos unos de otros, pequeñas calas, playas o bahías de fondos poco profundos pero bien protegidas de los vientos. Los accesos de mar a tierra deberían de ser fáciles en el caso de que se pensara varar la embarcación para pasar la noche o para repostar, hecho bastante común en la navegación antigua (TARRADELL, M., 1955, p.98-99). En relación a esto es muy interesante el estudio relacionado por C. Gómez Bellard, sobre la denominada playa de "Es Caná" cerca de St<sup>a</sup> Eulalia del Río en la costa E. de la isla, que forma una ensenada de unos 250 metros de ancho protegida de los vientos del Norte, Oeste y Sur-Oeste. Con unas características geográficas y marítimas que la definen según este autor, como un posible fondeadero utilizado entre los Siglos IV a.C. y III d.C. (GOMEZ BELLARD, C., 1982). Esto viene constatado por la gran cantidad de materiales sacados en la costa y losa de St<sup>a</sup> Eulalia en nuestras prospecciones.

Estos tanteos sistemáticos de la costa, llevaron al grupo colonizador a asentarse en una gran bahía abierta hacia el Sur, donde se encuentra la actual ciudad de Ibiza, que sería en sus orígenes una factoría con un buen puerto destinado en un principio y durante mucho tiempo a ser una simple escala marítima dentro de la ruta comercial que desde las actuales costas tunecinas iba por Sicilia y Cerdeña hacia el NE de la Península Ibérica y Sur de Francia. El papel de Ibiza tuvo que ser modesto en estos primeros tiempos de la colonización, aunque cada vez se valore más como punto de partida de muchos productos que los fenicios colonizaron en las costas catalanas y valencianas (GOMEZ BELLARD, C., 1985).

Para E. Acquaro la ruta seguida por los mercaderes semitas desde el Líbano hacia Occidente debía ser la Septentrional: Chipre, La Costa Jónica, Grecia, Malta, Sicilia, Cerdeña Meridional, Las Baleares. Descendiendo después hacia las costas ibéricas, Columnas de Hércules, Gádir, Lixus y Mogador. El regreso se llevaría a cabo por la ruta Norte africana, Egipto y Líbano (GUERRERO AYUSO, 1984).

A partir del S.VI a.C. y sobre todo en el S.V a.C., se produce un desarrollo económico y demográfico fruto de una intensificación de la acción colonizadora, que parte directamente de Cartago (caída de Tiro en el 575 a.C.). Este aumento demográfico está bien representado en la Necrópolis del Puig des Molins, donde el número de hipogeos excavados fechados en los siglos V-IV a.C. aumenta considerablemente (algunos hipogeos de la necrópolis datan del S.VI a.C., pero la mayor parte de ellos son del V-IV a.C.). Es en este momento cuando se empiezan a ocupar aquellos lugares del campo ibicenco más idóneos para una explotación agrícola y ganadera, creándose así asentamientos agrícolas que nos vienen a su vez atestigüados por un gran número de necrópolis de carácter rural dispersas por toda la isla (FERNANDEZ, 1985). Algunas de estas necrópolis son: Sa Barda (Parroquia de San Agustín, término de San Antonio), Cala D'Hort (San José) o Ca N'Ursul (San José) que además presentaba restos de hábitat. Cada uno de estos centros explotaría un número de hectáreas en las que sabemos cultivarían la vid y el olivo y ya en el S.I d.C., legumbres y algunos frutales junto con la cría de ovejas e incluso équidos, cabras y cerdos (GOMEZ BELLARD, 1985, según Pomponio Mela).

Durante el S. III a.C. la importancia de Ibiza es todavía clara. Es ahora cuando se aprecia la presencia colonial ebusitana en Mallorca, aunque a partir de este siglo ésta empieza a decaer (GUERRERO AYUSO, 1984). (Nos referimos a la importancia de la isla dentro del mundo púnico).

Las características comerciales, estratégicas y de escala marítima de la isla de Ibiza, no pasaron desapercibidas al mundo romano si bien durante esa etapa de transición que fueron las Guerras Púnicas el comercio pasó a segundo plano. Lugar estratégico en el Mediterráneo, Ibiza fue de gran utilidad como punto de reparación y aprovisionamiento de las naves del ejército cartaginés<sup>4</sup>. La isla se define desde un principio como fiel a la metrópoli, hasta la definitiva destrucción de la misma en el año 146 a.C.; fecha que marca el fin del dominio cartaginés en el Mediterráneo Centro Occidental (GUERRERO A., 1985).

Ibiza no fue nunca reducida por las armas, pasó a ser, una vez desaparecida Cartago, ciudad confederada de Roma lo que la permitió vivir con total independencia de esta ciudad<sup>5</sup> conservando la personalidad marítima y comercial que la caracterizó durante la Antigüedad.

## OBJETIVOS Y DOCUMENTACION

Nuestro interés por Ibiza, siendo un lugar con tráfico marítimo tan importante, se dirigía a la búsqueda y prospección sistemática de todos aquellos restos sumergidos que pudieran darnos información sobre el comercio y la navegación antigua, fundamentalmente de época púnica y sin rechazar los posibles hallazgos romanos y árabes. A esto se unía el expolio tan importante que continuamente se llevaba a cabo, y que sigue actualmente, en algunos puntos de la costa donde se sabía con seguridad que había restos de naos y cargamentos antiguos.

Antes de comenzar los trabajos de prospección de la isla, procuramos informarnos de todos aquellos datos reales que nos pudieran dar alguna información previa. El apoyo teórico necesario lo obtuvimos a partir del estudio bibliográfico existente sobre Ibiza, tanto de hallazgos en tierra como en mar, pero centrándonos más en el segundo caso. Así pudimos conocer la existencia de restos en la Cala Portinaixt, cerca de Punta Galera (ALMAGRO, M., 1969) (de donde se extrajeron dos cepos de plomo); en el Cap Negret, al norte de la bahía de San Antonio (COMPANY, F., 1961, 87-91) (donde se localizó y excavó un pecio); en la Isla Conejera donde se encuentra el pecio de Grum de Sal (VILAR SANCHO, 1964, 177-188) (con dos campañas de excavación), que sería uno de nuestros objetivos de trabajo; y por último la noticia de un posible pecio cerca del islote de Tagomago (RAMON TORRES, J., 1982, 377-391), en la zona Este de la isla.

De los pescadores, buceadores y otros organismos públicos como pueden ser las Ayudantías de Marina, además del Museo Arqueológico, obtuvimos información oral sobre hallazgos esporádicos o posibles yacimientos que en la mayor parte de los casos vienen constatados por materiales que sacan los pescadores en sus redes, o que algún buceador extrae para demostración del hecho.

---

<sup>4</sup> I. MACABICH - "Notas sobre Ibiza Púnico-Romana", en *Archivo Español de Arqueología* XX, 1984, p. 131: Livio: "En el año 206 a.C., el almirante Magón hizo rumbo desde el Estrecho de Gibraltar a esta isla Pityussa que dista casi cien millas del Continente Hispano y era entonces toda ella población de cartagineses. Acogieron éstos a Magón con sumo agrado, reforzando la armada cartaginesa situada en su puerto no solamente de víveres sino también de armas y tropa".

<sup>5</sup> I. MACABICH - *Historia de Ibiza* Vol. I, Palma de Mallorca, 1966, p. 31: "Ser ciudad confederada de Roma suponía individualidad política, régimen y derecho propios y jurisdicción plena, ilimitada propiedad privada y comunal, acuñación de moneda y exención de tributos y de prestación militar directa y por lo tanto para todos sus usos y costumbres, lengua, religión, arte...".

El estudio de las cartas náuticas antiguas y modernas nos es de gran utilidad para poder localizar antiguos amarres o puertos, junto con lugares de la costa que por los vientos o su orografía fueron desde la antigüedad hasta nuestros días, zonas peligrosas de navegación. Muchas de estas cartas señalan antiguos naufragios. La prospección en puntos de estas características no es fácil, pero suele proporcionar importantes hallazgos.

La recopilación y estudio de los materiales guardados en el Museo Arqueológico, fruto de prospecciones submarinas anteriores en muchos de los casos privadas, forma un capítulo independiente de trabajo, pero al mismo tiempo de gran utilidad en cuanto a la dosis de información que proporciona. En el caso de Ibiza, se está haciendo.

## **METODOLOGIA**

La metodología empleada en la carta arqueológica, vino impuesta por el medio que se deseaba prospectar, es decir atendiendo al tipo de fondos que son continuación de las costas de la isla de Ibiza. Los lugares prospectados presentaban en sus costas las siguientes formaciones<sup>6</sup>:

1.- Isla de Tagomago: al igual que Cap Roig es de formación Triásica, que son los afloramientos más antiguos de la isla. Son dolomías y calizas dolomíticas de colores pardos oscuros que se hacen negras en algunas zonas. A menudo presentan venas de calcita y dolomías blancas, en bandas más o menos paralelas.

Las calizas que encontramos en los estratos superiores se presentan en bancos de 10 a 50 cm. Su color oscila entre negro y azulado conteniendo pequeños filoncillos de calcita blanca (Muschekalk, Triásico).

2.- Desde la Playa Figeral hasta el Escollo Llibrell, aparece bien representado el Cuaternario Marino, vastas depresiones de aluviones que constituyen llanos ligeramente inclinados hacia el mar. Este es el caso de la zona de St<sup>a</sup> Eulalia.

Desde St<sup>a</sup> Eulalia a Cap Llibrell la costa presenta formaciones de calizas (del Kimmeridgense, Jurásico Superior) en losas y nodulosas, éstas últimas de coloración gris azulada.

De Cap Roig a Punta Rivas, se observa una costa formada por pudingas y microbrechas de granos calizos (formados en el Neógeno, Burdigaliense).

3.- La Isla Conejera se formó en el Cretácico Inferior. Está constituida esencialmente por calizas masivas, duras, compactas, con fractura concoidea, de color gris o crema. Con frecuencia se encuentran karstificadas mostrando a veces aspecto brechoide.

Afloran también materiales cuaternarios indiferenciados, en la ensenada limitada por el saliente de Grum de Sal.

4.- De Cap Rotja a Punta de Embarcadó se observan las mismas formaciones cuaternarias que habíamos visto en St<sup>a</sup> Eulalia; y desde esta Punta a Cala Tarida los mismos materiales que encontramos en Isla Conejera.

Por lo tanto los fondos que encontramos en Ibiza, son abundantes en materiales calizos, aunque de formación en diferentes épocas geológicas, y arenas producto de

---

<sup>6</sup> Mapa Geológico de España E: 1:200.000. Menorca, Ibiza y Formentera. I.G.M.E. 49-65.

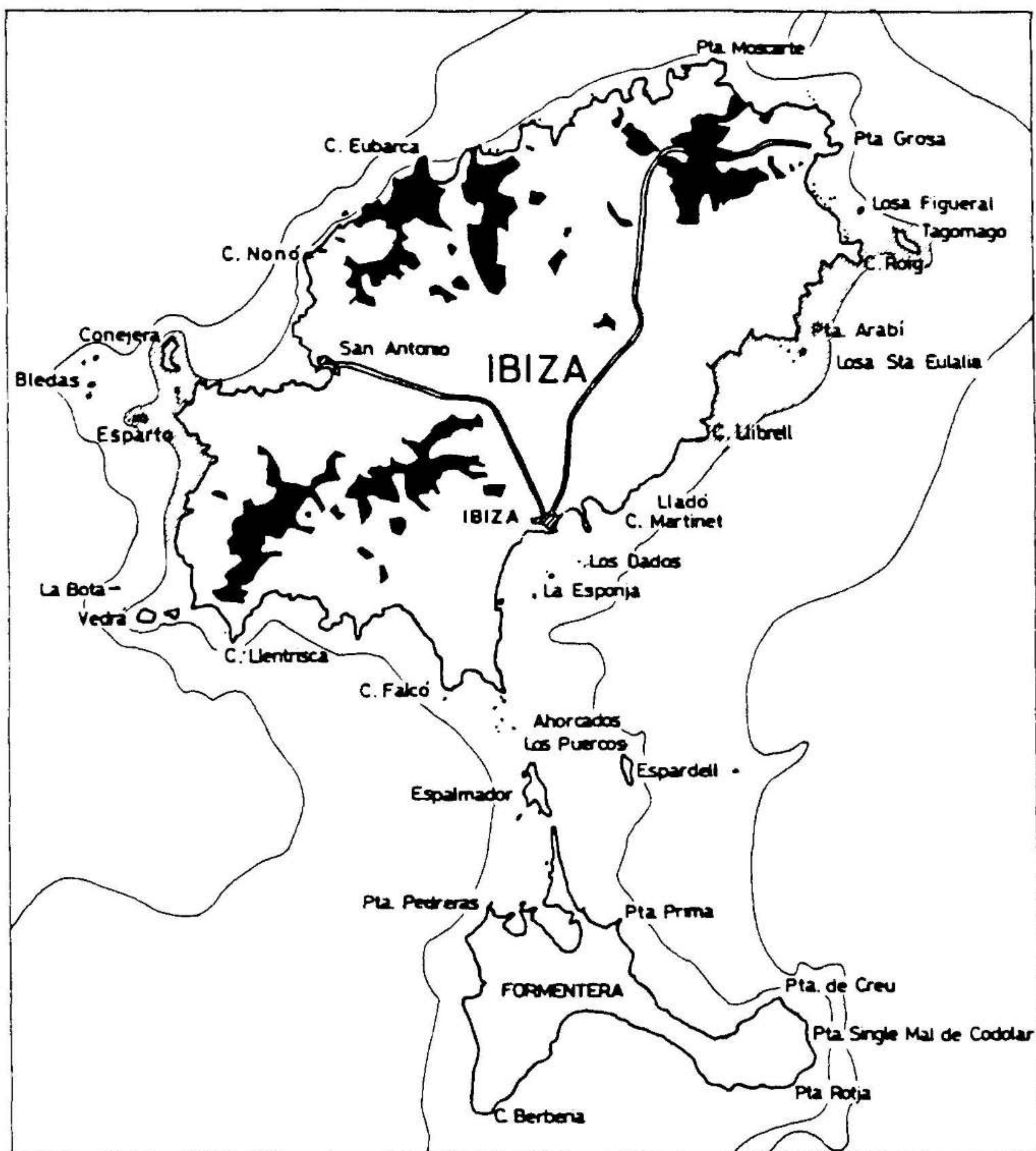


Figura 1. Isla de Ibiza, con las zonas prospectadas marcadas.

la erosión marina y continental de estas costas. A pesar de la dificultad que entraña la prospección en ellos, ésta viene paliada en gran medida por la visibilidad y las cálidas temperaturas que caracterizan las aguas de Ibiza.

Para nuestra carta arqueológica hemos empleado dos tipos de prospección: 1) Barrido sistemático del fondo, con arrastre o con arrastre autónomo; 2) Inmersiones puntuales.

Las diferencias entre prospección con arrastre o con arrastre autónomo estriban en que en el primer tipo utilizamos un planeador que nos permite observar el fondo remolcados por la embarcación, que es la que lleva el rumbo deseado, y en el segundo un torpedo que nos da una mayor movilidad y autonomía.

La prospección se lleva a cabo siguiendo la línea de costa y barriendo después el espacio comprendido entre la misma y los 35-40 metros de profundidad. Con una orientación concreta y formando un enrejado imaginario en el que no deberían pasar desapercibidos los posibles hallazgos.

Las inmersiones puntuales van dirigidas al reconocimiento de zonas concretas: Puntos negros de Navegación, posibles fondeaderos, pecios, etc.

Para llevar a cabo estas prospecciones disponemos del material de buceo convencional: embarcaciones ligeras a motor (zodiac) y equipos de buceo autónomo. Nuestro equipo humano es interdisciplinar, lo forman básicamente arqueólogos, un fotógrafo y un restaurador. Sin rechazar las posibles intervenciones de especialistas en otros campos como pueden ser la Biología o Geología, íntimamente relacionadas con los trabajos subacuáticos. El equipo se organiza de forma diferente dependiendo del tipo de prospección que queramos realizar.

Cuando se localiza algún material se documenta por medio del dibujo y la fotografía, y se toman referencias para tener una situación aproximada del hallazgo, teniendo en cuenta las circunstancias del mismo y el lugar de procedencia. Si lo que se localiza es un pecio o un campo de ánforas, por medio de la observación del yacimiento haremos una ficha detallada del mismo en la que se incluirá si es posible: Clasificación cultural y tipología del Yacimiento; Descripción: situación y entorno, estado de conservación, descripción de los restos; Trabajos realizados; Localización: municipio o localidad y por último documentación: fotografía y dibujo. (La orientación de las piezas en la inmersión y las coordenadas de situación en superficie se llevan a cabo utilizando la brújula y el clinómetro).

Después se podrá proceder a la extracción de las piezas a pesar de no ser lo aconsejado, debido al terrible expolio que sufre la isla.

Hasta el momento no hemos podido emplear otros sistemas de prospección entre los que podría incluirse el sonar de barrido lateral, el penetrador de lodos o el magnetómetro, debido en gran parte a los elevados costos de estos equipos y por otra a los irregulares fondos que caracterizan la isla. No obstante intentaremos utilizarlos en posteriores campañas.

## **CARTA ARQUEOLOGICA**

Nuestra primera actuación en la isla, en Septiembre de 1982, iba dirigida a la localización de un pecio con materiales del S. V a.C. (ánforas de tipo Mañá A-4, según J.Ramón), (RAMON TORRES,J., 1982, 377-391), situado entre el islote de Tagomago y la costa NE de Ibiza (a la altura de Cap Roig), a unos 50 metros de profundidad. De este pecio se habían sacado varias ánforas algunas de las cuales están expuestas (junto con otras fruto de las expoliaciones en la isla) en un bar de la localidad de San Carlos.

Se hicieron varias inmersiones puntuales alrededor del supuesto lugar del hallazgo, ya que no se sabía con exactitud donde se encontraba el pecio, sin resultados

satisfactorios, debido a la profundidad se abandonaron los trabajos en espera de poder contar con otros medios técnicos más adecuados.

Durante los veranos del 83 y 84, comenzamos la carta arqueológica de prospección submarina de la isla, dirigida al conocimiento de los restos subacuáticos que pudiera haber y como documentación previa a cualquier trabajo de excavación. Continuamos lo ya iniciado en la primera campaña y se prospectó totalmente el islote de Tagomago y la zona costera que va desde el límite de la Playa Figueral, hasta el Escollo Llibrell en dirección NE-SW. Teniendo como límite de inmersión los 40 metros de profundidad.

Dentro de este área, además de las calas y cabos: Cap Roig, Cala Boix, Cala Lleña, Cala Nova, Cala Caná, Punta Arabí, Cala Pada, Punta Rotja, etc., se prospectaron los islotes, pequeñas islas o losas como: Isla Redonda, Isla de St<sup>a</sup> Eulalia o Losa de St<sup>a</sup> Eulalia. Los lugares documentados se pueden observar en la carta, siendo en la Losa de St<sup>a</sup> Eulalia donde encontramos una mayor concentración de objetos cerámicos y metálicos (los primeros en su mayoría romanos) mejor conservados. En conjunto el material encontrado fue escaso, debido al gran expolio que sufren los fondos, como se ha podido comprobar a lo largo de todos nuestros trabajos.

En Septiembre del 85, se continuó con la carta arqueológica y debido a las dificultades que entrañaba trabajar tan cerca del puerto de Ibiza, por el tráfico marítimo de embarcaciones de gran calado, se siguieron las prospecciones en la parte W de la isla. Se trabajó en la isla Bosque, la isla del Esparto, al Oeste de la cual se localizaron algunos materiales aunque muy rodados y en mal estado de conservación; y sobre todo la isla Conejera, en el conocido pecio de Grum de Sal. Este pecio fue excavado en parte y publicado por B. Vilar Sancho (publicado en 1964 y 65) (21) debido al importante expolio que estaba sufriendo ya en esos años, y que continúa actualmente.

Tras un primer reconocimiento pudimos comprobar el mal estado de conservación que padece este antiguo pecio. Encontramos numerosos fragmentos de ánforas (principalmente galbos) y grandes trozos de cuadernas, repartido todo ello en un radio de 50-100 m. dentro de la ensenada que está limitada al N por el saliente de Grum de Sal.

En el momento de la prospección existía un área de forma aproximadamente rectangular, de unos 30 metros de largo por 2 metros de ancho, en la que se encontraban al descubierto las cuadernas del barco. Este área se definía como un claro de arena entre las algas posidonias con un acusado declive que iba desde los 20 m. hasta los 24 m. de profundidad, y debe corresponderse con el área excavada por B. Vilar Sancho.

Dada la imposibilidad de dedicar la campaña al estudio de este pecio, por no ser objeto de nuestra investigación, se siguió prospectando en la zona más próxima al yacimiento pudiendo recuperar de entre las posidonias gran cantidad de material romano (de entre éste dos ánforas Dressel 20) y algunas piezas de época árabe. También se localizó material, aunque muy escaso y deteriorado, al NW de la isla Conejera fruto de una inmersión puntual en una zona problemática para la navegación. Se localizaron materiales árabes a 43 m. de profundidad. Se hicieron igualmente rastreos en la cara SW de la isla.

En Julio de 1986 (5<sup>a</sup> Campaña de prospección), se continuó en la zona de San Antonio. Se prospectaron algunos puntos de la costa, entre ellos: Cala D'Hort, Cala Corral, Pt<sup>a</sup> Embarcadó, Cala Rotja, sin revasar los 25 m. de profundidad. No obstante el trabajo estuvo dirigido a realizar la planimetría del fondo, donde se encuentran las cuadernas del pecio de Grum de Sal: Dibujo de las cuadernas o restos de madera que quedan aún de la embarcación, dispersión del material en arena y posidonia, situación del pecio en relación a la isla Conejera, etc.

En futuras campañas, pretendemos seguir con la carta arqueológica de la isla, de la que todavía nos queda por ver la zona N y algunos puntos de interés. Si es posible utilizando otros métodos de prospección en colaboración con el Instituto Oceanográfico.

No queremos plantearnos ningún trabajo de excavación antes de terminar la prospección subacuática de Ibiza ya que ésto supondría una infraestructura de conservación de material que la isla no dispone.

Por último esperamos poder publicar el trabajo realizado hasta ahora junto con el estudio de los materiales guardados en el museo arqueológico y ampliar nuestro equipo para poder llevar a cabo lo anteriormente dicho.

Madrid, septiembre de 1988.



## BIBLIOGRAFIA

ALMAGRO GORBEA, M.

- 1969: "Hallazgos Arqueológicos Submarinos en la Isla de Ibiza.", en **Trabajos de Prehistoria XXVI**, Madrid.

ALMAGRO M<sup>a</sup>.J. y VILAR SANCHO, B.

- 1966: "Sello Inédito de Madera hallado en el Pecio del "Cap Negret" (Ibiza).", en **Rivista di Studi Liguri XXXII**.

AZCARRAGA, J.L. de

- "El Concepto de Plataforma Continental ante la Arqueología Submarina.", en **I Jornadas Nacionales sobre Arqueología Submarina**, Cartagena.

BLAZQUEZ, J.M.; PRESEDO, F.; LOMAS, F.J. y FDEZ. NIETO.

- 1980: "H<sup>a</sup> de España Antigua" Tomo I: Protohistoria, p. 465- 467.

COLOM, G.

- 1957: **Biogeografía de las Baleares. La Formación de las Islas y el Origen de su Flora y Fauna**, Palma de Mallorca.

COLOMINAS ROCA, J.

- 1942: "Exploraciones de Necrópolis Romanas en Ibiza y Formentera.", en **Ampurias IV**, Barcelona, p. 138-154.

COMPANY, F.

- 1961: "Nuevo Yacimiento Submarino en Aguas de Ibiza.", en **Actas del III Congreso Internacional de Arqueología Submarina**, Barcelona, p. 87-91.

FERNANDEZ GOMEZ, J.H.

- 1983: "Problemática sobre la Ibiza Romana.", en **Symposium de Arqueología: Pollentia y la Romanización de las Baleares**, XXI Centenario de la Fundación de Pollentia (Alcudia-Baleares), 1973. Mallorca.

FERNANDEZ GOMEZ; J.

- 1983: "Guía del Puig des Molins.", en **Trabajos del Museo Arqueológico de Ibiza 10**, Madrid.

FERNANDEZ GOMEZ, J.

- 1985: "Necrópolis del Puig des Molins: Nuevas Perspectivas.", en **Aula Orientalis 3**.

GOMEZ BELLARD, C.

- 1982: "El Fondeadero de Es Caná (St<sup>a</sup> Eulalia del Río, Ibiza).", en **Saguntum 17**, Valencia.

GOMEZ BELLARD, C.

- 1985: "Asentamientos Rurales en la Ibiza Púnica.", en **Aula Orientalis 3**.

- GUERRERO AYUSO, V.**  
 1984: "La Colonización Púnico-Ebusitana de Mallorca: Estado de la Cuestión.", en **Trabajos del Museo Arqueológico de Ibiza** 11.
- MACABICH, I.**  
 1966: **Historia de Ibiza, Vol. I. Palma de Mallorca.**  
 1947: "Notas sobre Ibiza Púnico-Romana.", en **Archivo Español de Arqueología** XX,p. 129-137.
- MAÑA de ANGULO, J.M.**  
 1947: "Presencia Cartaginesa en las Costas de Ibiza.", en **Sobre Arqueología Ebusitana**,p. 15-17.
- MUÑOZ, A.M<sup>a</sup>.**  
 1942: "Fuentes Escritas Griegas y Romanas sobre las Baleares.", en **VI Symposium de Prehistoria Peninsular. Prehistoria y Arqueología de las Islas Baleares. Palma de Mallorca, 1972. Barcelona, p. 7-29.**
- RAMON TORRES, J.**  
 1981: "Ibiza y la circulación de Anforas Fenicias y Púnicas en el Mediterráneo Occidental.", en **Trabajos del Museo Arqueológico de Ibiza** 5.  
 1983: "Sobre las Anforas tipo Mañá D y su Proyección hacia el Occidente Mediterráneo.", en **XVI Congreso Nacional de Arqueología Murcia, 1982. Zaragoza.**  
 1985: "Tagomago I: Un Pecio Fenicio del S. V. a.C. en Aguas de Ibiza.", en **VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina, Cartagena, 1982. Madrid, p. 377-391.**
- TARRADELL, M.**  
 1955: "Lecciones de Arqueología Púnica.", en **Caesaraugusta** 6, Zaragoza.
- VILAR SANCHO, B. y MAÑA, J.M<sup>a</sup>.**  
 1964: "Informe sobre la Excavación Arqueológica en la Bahía de San Antonio Abad (Ibiza).", en **Noticiario Arqueológico Hispano** VI, 1962. Madrid.
- VILAR SANCHO, B. y MAÑA, J.M<sup>a</sup>.**  
 1963: "Informe sobre la segunda Fase de Excavación Arqueológica realizada en aguas de la bahía de San Antonio Abad, de Ibiza.", en **Noticiario Arqueológico Hispano** VII.
- VIVES ESCUDERO, A.**  
 1971: **La Necrópolis de Ibiza. Estudios de Arqueología Cartaginesa. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid.**
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA E: 1:200.000. Menorca, Ibiza y Formentera. I.G.M.E. 49-65.**
- CARTA DE LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA. Instituto Hidrográfico de la Marina. Cadiz, 1960.**

## LA CARTA ARQUEOLOGICA SUBACUATICA DE ALMERIA: 1982- 1988.

Lourdes Roldán Gómez<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

Cuando en el año 1982 se inició el denominado Programa de Prospecciones Sistemáticas, con el fin de realizar la Carta Arqueológica Subacuática de Almería, se estaba dando forma a un proyecto de investigación posible gracias a la existencia de una serie de circunstancias anteriores.

Por un lado, el que en 1980 se hubiera llevado a cabo una remodelación del Museo Arqueológico de Almería con motivo de su traslado a un nuevo edificio. En el nuevo Museo las personas responsables fueron conscientes de la necesidad de atender la investigación y protección del patrimonio subacuático. Y a tal fin se habilitaron las instalaciones imprescindibles para que ello fuera una realidad<sup>2</sup>.

Este compromiso estuvo motivado, en gran medida, por la existencia de un importante conjunto de materiales procedentes de excavaciones clandestinas, hallazgos fortuitos, requisas de la Guardia Civil y donaciones de buceadores deportivos<sup>3</sup>.

Y, por otro lado, de manera paralela, el antiguo Patronato de Cartagena (posterior Centro Nacional) venía planificando una serie de actividades encaminadas a que la arqueología subacuática en España estuviera a cargo de arqueólogos profesionales<sup>4</sup>. Idea ésta defendida por diversos investigadores desde hacía tiempo<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Departamento de Historia y Teoría del Arte. Universidad Autónoma de Madrid.

<sup>2</sup> El Museo cuenta, entre otras instalaciones, con una zona de almacenaje de material con rampa de acceso directo; así como de un Laboratorio de Restauración con piletas de desalación e instrumentación básica para el trabajo de los materiales de procedencia marina.

<sup>3</sup> Estos materiales de procedencia subacuática constituyen un importante depósito que se ha ido incrementando a lo largo de estos últimos años. Algunos de ellos han sido recogidos en publicaciones diversas. PASCUAL GUASCH, R. "Underwater Archaeology in Andalusia. (Almeria and Granada)". *Nautical Archaeology* 2.1, 1973, pp. 107-119. Posteriormente, PEREZ CASAS, A. "Apuntes para el estudio de Almería en época romana: algunos cepos y monedas aparecidas en la costa". *Cuadernos de Prehistoria de Granada* 3, Granada, 1978, pp. 303-326.

<sup>4</sup> En este sentido ver MAS GARCIA, J. "Excavaciones en el yacimiento submarino de San Ferreol (Costa de Cartagena)". *VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina*, Cartagena 1982. Madrid 1985, p. 192. También, en esta misma línea, BLANQUEZ PEREZ, J. "Panorama de la Arqueología Submarina en España". *Rev. de Arqueología* 24, Madrid, 1983, p. 30.

<sup>5</sup> A este respecto véase BALIL ILLANA, A. "En torno a la Arqueología Submarina". *Ampurias* XV-XVI, Barcelona, 1954-55, p.359; PASCUAL GUASCH, R. "El desarrollo de la Arqueología Submarina". *II Symposium de Prehistoria Peninsular*, 1962. Barcelona, 1963, p. 209; MARTINEZ DIAZ, B. y BLANQUEZ PEREZ, J. "Yacimientos bajo las aguas". *Rev. de Arqueología* 8, Madrid, 1980, p. 61; o MARTIN BUENO, M. y Otros "La arqueología Subacuática en las costas del Norte y Noroeste Peninsular. Estado de la cuestión". *VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina*, Cartagena,

Así, pues, como resultado de todo aquello, se creó un equipo de investigadores que, conjuntamente con el Director del Museo de Almería, iniciaron lo que con el tiempo sería la Carta Arqueológica Subacuática de La Costa de Almería<sup>6</sup>.

La primera tarea a realizar, previa a la Carta Arqueológica e imprescindible para poder acometerla, fue la creación de un equipo, tanto de material, como humano. Gracias a las instalaciones proporcionadas por el Museo, aunque básicas, el problema se centró en el material técnico con que dotarlas. En este sentido se tendió durante los primeros años a la adquisición de equipos (compresor, lanchas neumáticas, chalecos hidrostáticos, etc.).

En cuanto al segundo punto, la creación de un equipo de arqueólogos buceadores, el problema fue más complejo. Se partió de un grupo de licenciados en arqueología, en posesión del título de buceo y, de manera paralela, se potenció la incorporación de estudiantes. Tanto para posibilitar su preparación, como para completar el equipo.

La Carta Arqueológica de Almería tiene por objetivo principal la documentación exhaustiva de los fondos de su litoral. Está concebida en dos grandes Fases, la primera y en la que venimos trabajando trata, básicamente, de documentar y valorar arqueológicamente los fondos marinos de donde proceden los materiales depositados de antiguo en el Museo. Ello no ha excluido prospecciones puntuales de zonas de interés. La Fase II queda planteada como una nueva serie de prospecciones aplicando ya nuevas tecnologías (penetrador de lodos; sonar de barrido lateral) y en la que se podía incluir excavaciones puntuales.

Mediante la realización de la Fase I queda justificada la publicación de los datos de las inmersiones, como es lógico, más todos aquellos materiales depositados en el Museo con anterioridad a nuestros trabajos arqueológicos. Estos configuran, no lo olvidemos, uno de los conjuntos de materiales de mayor entidad de las costas andaluzas. Su publicación tiene previsto incluir, entre otros apéndices, un repertorio cartográfico, particularmente importante en este tipo de investigaciones<sup>7</sup> por la información complementaria que aporta.

La propia ubicación geográfica de la costa almeriense, de paso obligado de tradicionales rutas de navegación; o su mismo peso cultural en diversas épocas explican su riqueza patrimonial sumergida y la necesidad -pendiente- de estudiarla. Sin embargo, la documentación gráfica y textual que ha llegado hasta nosotros no es muy abundante. No obstante, algunas Cartas del s. XVIII realizadas por E. Salomón y J. Camacho, por ejemplo, no pueden ser soslayadas en cualquier investigación arqueológica subacuática<sup>8</sup>. Los Derroteros y Viajes de navegantes<sup>9</sup> obligan a igual tratamiento.

---

1982. Madrid, 1985, pp. 33 y 34.

<sup>6</sup> Los trabajos se iniciaron en 1982 y atendían, tanto a Prospecciones, como a Urgencias, sus directores eran A. Pérez Casas y J. Blázquez Pérez. Mas adelante (1983), para lograr un mayor rendimiento, se fusionaron en un único Proyecto de Investigación, al que se integraría L. Roldán Gómez (1987). Para mayor información en esta línea ROLDAN GOMEZ, L. **Las Cartas Arqueológicas Subacuáticas en España**, Ministerio de Cultura, Murcia, 1988.

<sup>7</sup> Sobre el valor de la Cartografía en los estudios de arqueología subacuática, así como un extracto de algunos de sus repertorios HIGUERAS, M<sup>a</sup> D. "El Museo Naval y sus fondos documentales". **Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología** 25, Madrid, 1988, pp. 56-66.

<sup>8</sup> Valga como ejemplo el **Plano del Fondadero de Roquetas**, levantado en enero de 1781 (Museo Naval E-XXXIX-14), en el que se documenta la existencia de un castillo, incluyendo su planta; el lugar mas apropiado para fondear; la escasa incidencia de los vientos del SW. y NW., aun a pesar de su tradicional virulencia, debido al abrigo de tierra; la ausencia de agua potable; los tipos de fondos... El manuscrito está firmado por E. Salomón y fue realizado por J. Camacho.

<sup>9</sup> Para el valor de la lectura de los derroteros, a la hora de hacer una valoración de conjunto de la zona de trabajo, TOFIÑO DE SAN MIGUEL, V. **Derrotero de las costas de España en el Mediterráneo y su correspondiente en Africa**. 2<sup>a</sup> Ed., Madrid, 1832.

## **EL TRABAJO EFECTUADO**

Los trabajos de mar efectuados hasta el momento (1988) han seguido un recorrido norte-sur abarcando, en líneas generales, desde Aguamarga, hasta el mismo linde con la prov. de Granada, concretamente hasta la torre vigía de la Alcazaba; pasado ya la antigua Abdera (actual Adra).

Entre los resultados mas interesantes que hemos obtenido de estas prospecciones podemos destacar los siguientes puntos:

### **1.- Cala e Islote de San Pedro (Ter. Mun. de Níjar).**

Se trata de una pequeña ensenada, muy resguardada de los vientos de Levante, que forma la punta Javana y frente al cual se sitúa el pequeño islote de San Pedro. Los trabajos de prospección comenzaron en 1983 y debido al interés de la zona se continuaron en posteriores campañas. Se ha trabajado en tres zonas.

A.- Desde Cala Hernández, hasta la Cala de San Pedro propiamente dicha.

B.- Cala de San Pedro.

C.- Zona del Islote, situado a unos 100 ms. de la Punta.

Debido a las características de la costa resultaba un punto interesante. Es éste uno de los pocos lugares entre San José y Mesa Roldán protegido de los vientos de Levante, peligrosos en esta zona. Cuenta, además, con un manantial de agua potable, lo que lo convierte en uno de los escasos fondeaderos buenos existentes entre Cabo de Gata y Escombreras.

Fue utilizado desde época antigua -los materiales así lo atestiguan- y la cartografía de E. Salomón (s. XVIII) nos documenta la existencia de un castillo, frente a la playa, bien significativo.

La zona del Islote ha resultado ser la más interesante si nos basamos en los materiales que ha proporcionado. Se trata de un arrecife, continuación de la Punta con un fondo, entre ambos, de roca y canto rodado y de entre 17 a 20 ms. de profundidad.

Por debajo de la cota 20, hacia mar abierto, se encuentra encajado en las rocas abundante material anfórico que las fuertes corrientes del suroeste-noreste han transportado. Las ánforas, muy sometidas a la acción erosiva, aparecen mimetizadas por las algas y concreciones marinas, pues las corrientes impiden un depósito sedimentario significativo.

Los hallazgos consisten en galbos, cuellos y asas de la Imp. Hisp. I. No se han documentado, hasta el momento piezas enteras, aunque muchas de ellas conservan los dos tercios del total. En cotas inferiores y cerrado por un estrato de posidonia y arena se hallaron otros materiales, ya de diferente cronología: campaniense B y fragmentos de Dressel 20. Estos materiales intrusivos muy bien podrían proceder de arrastres de corrientes. Al margen de ellos parece que nos encontramos ante un posible pecio de ánforas imperiales, en gran medida cubierto por un estrato de posidonia.

### **2.- El Playazo de Rodalquilar (Ter. Mun. de Níjar).**

Se trata de una ensenada en la desembocadura de la rambla de Rodalquilar, con un embarcadero natural muy posiblemente utilizado de antiguo. Las pequeñas dimensiones del mismo, a resguardo de todos los vientos, determina una utilización generalizada a embarcaciones de pequeño tamaño.

La profundidad dentro de la ensenada es escasa, de 1 a 5 ms. que llegan hasta 8 en la zona del castillo. Hacia la Punta del Bergantín la profundidad llega a los 22 ms. Predominan los fondos arenosos, aunque hay zonas de guijarro y roca. La arena impide que los restos afloren, excepto si sopla temporal del noreste, que arrastra la arena y limpia la ensenada.

Nuestras prospecciones se han centrado en dos zonas:

I.- Al sureste de la bahía, desde el cabo hasta el castillo de Rodalquilar, también llamado de San Ramón. En esta zona fue donde aparecieron, hace años, unas piezas arquitectónicas en mármol<sup>10</sup>.

II.- Zona del embarcadero, con un fondo prácticamente cubierto con adoquines fruto de una explotación cercana. También se hallaron restos de una vagoneta y utensilios relacionados con la anterior explotación: un martillo de minero y un perno. Ambos presentaban una descomposición que había provocado la desaparición del hierro y la formación de una capa de grafito dura en su superficie.

3.- Corralete (Cabo de Gata) (Ter. Mun. de Níjar).

La prospección de esta ensenada estuvo plenamente justificada por sus propias características intrínsecas, así como por su ubicación: tras el paso del Cabo. Resulta ser, pues, el primer refugio seguro para cualquier embarcación que provenga de Levante tras el paso de Cabo de Gata, de tradicional dificultad. Aun con todo, existe el problema de los vientos de Poniente que, aunque anómalos, introducen importantes cantidades de arena y que pueden alterar la topografía del fondo de modo estacional. Se trata de un fenómeno parejo al visto en el Playazo.

Aquí también se han extraído materiales con anterioridad a nuestros trabajos. Su amplia cronología evidencia un largo periodo de utilización.

Así se comprende la abundancia de anclas de hierro de época moderna, así como de algunas en piedra -pero sin contexto- en relación con la explotación salinera. La existencia de dos cañones de bronce que la tradición señala en la denominada La Fabriquilla<sup>11</sup> no ha podido ser constatada hasta la fecha al estar, teóricamente, sepultados por la arena del poniente.

4.- El Palmeral de Aguadulce (Ter. Mun. de Roquetas).

Los trabajos subacuáticos realizados en este punto obedecían a la necesidad de documentar, de manera objetiva, la existencia -o no- de un pequeño puerto o fondeadero citado por las fuentes. Así, Tofiño de San Miguel nos cuenta la presencia de "unas piedras que salen delante (de la torre de Los Bajos) debajo del agua inmediatas a tierra, haciendo la figura de un puentezuelo"<sup>12</sup>.

La zona, ya en tierra, es de gran importancia para la arqueología almeriense. Tradicionalmente se sitúa aquí el yacimiento de La Ribera de la Algaida, identificada por Turaniana. Si bien los únicos trabajos arqueológicos se remontan al siglo pasado, por éstas, así como por las continuas acciones clandestinas, es evidente la importancia del lugar<sup>13</sup>.

La existencia material de una posible estructura portuaria ha tenido en las últimas décadas detractores y defensores<sup>14</sup>, de ahí la necesidad de desarrollar una prospección minuciosa del entorno marino.

Los trabajos realizados, incluyendo un cuadrículado de un área de 200x100 ms. sólo han documentado "unos fondos saturados de arena, introducidas recientemente

---

<sup>10</sup> Mayor información en PEREZ CASAS, A. y BLANQUEZ PEREZ, J. "Trabajos arqueológicos-submarinos en la costa de Almería". *Mesa Redonda sobre el Estado Actual de la Arqueología Subacuática Española*. Ministerio de Cultura, 16-17 de Mayo, 1985. (Actas inéditas).

<sup>11</sup> De información oral de buceadores deportivos se sabe que las inmersiones en esta zona siempre han proporcionado material arqueológico. La existencia, en la actualidad, de salinas en las inmediaciones de tierra ha posibilitado hasta hace pocos años la salida -vía marítima- de su producción. De esta manera los hallazgos de época moderna son, también, abundantes.

<sup>12</sup> TOFIÑO DE SAN MIGUEL, V. Op. cit. nota 8.

<sup>13</sup> CUENCA, A. *Informe de la Incoacción de Zona Arqueológica de la Ribera de La Algaida. Roquetas de Mar (Almería)*. Delegación Provincial de Cultura, Almería, 1986. Agradecemos a la arqueóloga territorial su amabilidad en facilitarnos la consulta del Informe.

<sup>14</sup> CARA BARRIONUEVO, L. y CARA RODRIGUEZ, J. "Puertos romanos de la costa meridional". *Rev. de Arqueología* 93, Madrid, 1988, pp. 16 y 17.

por los temporales"<sup>15</sup>. Así pues, no se dispone de respuesta definitiva al problema, ni a favor, ni en contra.

#### 5.- Punta Entinas. Pecio Gandolfo (Ter. Mun. de Dalías).

Situada en la comarca de Los Llanos de Almería, Punta Entinas es uno de los escasos accidentes sobresalientes de una costa llana y baja. Los fondos arenosos de la zona penetran en el mar hasta 1,5 kms. de distancia, con una cota de profundidad media entre los 2 y los 9 ms.

En Punta Entinas los fondos no permiten buenos atraques, aunque desde la punta del Moro, hasta Torre Balerma, hay fondeaderos al abrigo de los vientos de Levante. Aún con todo y dadas las características morfológicas la zona es proclive a naufragios, tanto en época antigua, como actual. Ejemplo de la superposición de naufragios en esta zona es la existencia de un barco mercante hundido junto al pecio romano de Gandolfo.

La prospección de esta zona se ha realizado hacia el noreste del actual naufragio, a lo largo de dos campañas (1987 y 88), atendiendo a una doble función: estudio de la zona del pecio (conservación del mismo; delimitación del naufragio; recogida de muestras de madera y material arqueológico, en general), así como un estudio de todo el entorno de Punta Entinas con la intención de averiguar si hubiera otros naufragios.

La Sierra de Gador, al fondo de Los Llanos engaña a una navegación confiada en una equívoca lejanía de la línea de la costa, cuando ocurre todo lo contrario. Dunas móviles y barreras rocosas completan el panorama.

El área cuadrículada, de 300x200 ms., se hizo coincidir con la zona nuclear del yacimiento. De esta manera y por primera vez se dispone de un dibujo a escala de los restos conservados del pecio, dentro de sus cuadrículas. En la zona de mayor concentración de restos de madera las cuadrículas se trazaron de 4x4 ms. permitiendo un dibujo a E: 1/20.

Son dos los puntos con maderas del barco que identificamos como posiblemente pertenecientes a la nave romana. La primera de ellas son maderas de la trabazón inferior (palmejar), con agujeros dispuestos simétricamente para el enganche con pasadores de madera. Se dibujó, fotografió y se recogieron muestras para analizarse en el INIA y en la Escuela de Restauración, de Madrid.

El segundo de los puntos tenía cuadernas posiblemente *in situ*, con una interesante secuencia estratigráfica: restos anfóricos, las cuadernas, debajo un nivel de conchas y arenas y, por último la roca del fondo. Todo ello pone de manifiesto que cuando se produjo el naufragio el fondo no presentaba, como pasa ahora, arenas ni posidonias.

El material anfórico recogido no ha supuesto ninguna ampliación tipológica significativa. Aparecía, indistintamente, muy rodeado y sin concreciones, lo que denota que las actuaciones clandestinas no se han parado.

Corresponden con Dressel 14, uno de cuyos *tituli picti* se encuentra publicado; utilizadas para salazón<sup>16</sup>. Debieron ser fabricadas en la Bética a fines del s.I y s.II d.C.. La segunda forma es la Dressel 38, de la que existen muchas variantes y que también fueron utilizadas para salazones. Y por último, la Dressel 17, la menos abundante. En los tres casos nunca aparecieron ejemplares completos.

---

<sup>15</sup> BLANQUEZ PEREZ, J. y ROLDAN GOMEZ, L. "La Carta Arqueológica Subacuática de la Provincia de Almería. Campaña de 1988". *II Jornadas de Arqueología Andaluza*, Málaga, 1989. (sin paginar).

<sup>16</sup> PASCUAL GUASCH, R. "Dos ánforas del Pecio Gandolfo (Almería)". *Zephyrus* XI, Salamanca, 1960, pp. 205-207. Quien interpreta las leyendas como LIQ(uamina) (FLOS) EXC(cellentis), así como el nombre del productor, o negociante.

Todos ellos provenían, probablemente, de la Andalucía Atlántica, zona de gran riqueza pesquera y tradicional explotación de *garum*<sup>17</sup>.

Según la distribución de estos tipos de ánforas Pecio Gandolfo sería un punto más de la ruta comercial desde la zona atlántica hacia Ostia<sup>18</sup>.

## CONCLUSIONES

Con las inmersiones sistemáticas llevadas a cabo en los años 1983, 84, 87 y 88 han finalizado los trabajos de mar de esta I Fase de la Carta Arqueológica Subacuática de la Costa de Almería. Pero, aun con todo, el trabajo no está finalizado. Una Carta Subacuática nunca queda completa, por el contrario, corrientes y temporales, o la aplicación de muy diversas metodologías ponen al descubierto pecios y materiales aislados antes ocultos. En esta línea El Corralete, El Playazo, Adra, o la misma Punta Entinas son buenos ejemplos.

Esta I Fase, como ya hemos dicho, se complementará con el estudio de todos los materiales depositados en los fondos del Museo de Almería, con procedencia del mar. Se dispondrá, de este modo, de un punto de partida bibliográfico para el inicio de nuevos y mas complejos proyectos subacuáticos.

El panorama, pues, de nuestros conocimientos dista aún mucho de ser el óptimo, pero se está avanzando cualitativamente. Baste como ejemplo revisar la bibliografía publicada hasta la fecha<sup>19</sup>.

Centrados ya en la provincia de Almería y por el momento, la mayor parte de los materiales datan de época romana. Esta afirmación, de confirmarse tras la finalización de la Carta, deberá ser valorada en su justa medida ya que la falta de documentación ha impedido tener una equilibrada visión de conjunto.

La ubicación de las costas almerienses, como decíamos anteriormente, las convierten en paso obligado desde Cartagonova (Cartagena), hacia Malaka (Málaga), Carteia (San Roque) y Gadir (Cádiz) y, en general, puente hacia las tierras del norte de Africa. Por ello, el tráfico marítimo por estas aguas y desde muy antiguo debió ser muy intenso, aunque en ello las fuentes textuales no sean muy explícitas. Como reflejo indirecto, la arqueología tradicional, documenta la existencia de puertos como el de Baria<sup>20</sup>, o el de Abdera<sup>21</sup>, no decayendo el comercio hasta época

---

<sup>17</sup> En este sentido, más recientemente, MARTIN BUENO, M. y Otros: "Baelo Claudia: sector Sur. 1981-83", en *Melanges de la Casa de Velázquez* XX, p. 488-496, con bibliografía anterior sobre las salazones de Belo. También PRESEDO BELO, F. y Otros: "Carteia", en *E.A.E.* 120, Madrid, 1982, especialmente, p. 27-29, con referencias a las fuentes clásicas sobre la riqueza pesquera de salazones. Ultimamente, también como trabajo global PONSICH, M.: *Accite de oliva y salazones de pescado. (Factores geo-económicos de la Bética y Tingitania)*, Univ. Complutense de Madrid, 1988.

<sup>18</sup> PASCUAL GUASCH, R. "El Pecio Gandolfo (Almería)". *Pyrenae* nº 4, 1968, p. 154, quien considera además de ésta, dos rutas mas secundarias. Una, hacia Valencia y Cataluña y otra hacia la zona occidental.

<sup>19</sup> En 1982 una visión general de los conocimientos, junto a un resumen bibliográfico, en BLANQUEZ PEREZ, J. *Trésors Sous-Marins en Espagne*. Histoire et Archeologie. Les Dossiers nº 65, Dijon, 1982. En particular, para las costas almerienses, el conocimiento se reducía a escasos materiales de dos o tres pecios cuya comprobación estaba pendiente; incluido, claro está, pecio Gandolfo. Ver pp. 64-67, de la citada obra. Hoy el panorama ha cambiado de manera significativa, tanto en lo general, como en lo referido a Almería. ANTONA DEL VAL, V., BLANQUEZ PEREZ, J., ROLDAN GOMEZ, L. y Otros *La Arqueología Subacuática en España*. Murcia, 1988; también Op. Cit. Nota 5.

<sup>20</sup> ASTRUC, M. *La Necrópolis de Villaricos*. Informes y Memorias nº 25, Madrid, 1951, pp. 171-187. Según la investigadora las sepulturas descubiertas en la necrópolis testimonian la presencia de los fenicios en Villaricos, antes de que éstos fundaran Cádiz. Los trabajos publicados, con posterioridad, de M.J. Almagro se centran en la necrópolis púnica, mas cercana al cerro de la ciudad. No obstante, hace referencia de pasada al puerto de Baria ALMAGRO GORBEA, M.J.



almorávide. Almería (Almariya) fue la base naval mas importante durante el Califato y en época taifa mantenía, todavía, gran actividad. Las cerámicas nazaríes del pecio de Cabo de Gata constituyen una prueba elocuente<sup>22</sup>.

Todos estos aspectos justifican, pues, a nuestro entender, la imprescindible realización de la Carta Arqueológica Subacuática de la provincia de Almería, así como la potenciación de otras más aplicadas a nuestro litoral. Temas básicos como el tráfico marítimo en época romana y medieval, o la ingeniería naval en aquellos momentos, o la actualización de los materiales subacuáticos depositados en los museos provinciales encuentran aquí su razón de ser.

Madrid, octubre de 1988.

---

**La necrópolis de Baria (Almería). Campañas de 1975-78.** Excavaciones Arqueológicas en España nº 129, Madrid, 1984, p.10 "...estos cambios geográficos nos explican cómo ahora resulta prácticamente imposible la existencia de un importante y activo puerto, principalmente comercial, en el lugar donde estuvo antes emplazado el antiguo puerto de Baria...". Recientes trabajos sobre el perfil de costa en las tierras andaluzas han venido a corroborar estos datos. ARTEAGA, O., HOFFMAN, G. y Otros "Geologisch-archäologische Forschungen zum Verlauf der andalusischen Mittelmeerküste". **Madrid**er **Beiträge** 14, 1988, pp. 108-126, especialmente, pp. 112-117. Un resumen de los mismos en HOFFMAN, G. y SCHULZ, H.D. "Coastline Shifts and Holocene Stratigraphy on the Mediterranean Coast of Andalucía (Southeastern Spain)". **The First International Symposium Cities on the Sea-Past and Present.** BAR International Series 404, 1988. pp. 53-70.

<sup>21</sup> Situado junto al Cerro de Montecristo, en época romana el mar todavía llegaba a sus faldas. No debió ser una ciudad de extrema importancia, sino una serie de casas en torno a las factorías de salazón, su base económica fundamental. La arqueología tradicional ha documentado una fase griega (s. IV) y otra cartaginesa, previas al momento romano. FERNANDEZ MIRANDA, M. y CABALLERO ZOREDA, L. **Abdera, Excavaciones en el Cerro de Montecristo (Adra, Almería).** Excavaciones Arqueológicas en España nº 85, Madrid, 1975.

<sup>22</sup> Constituyen, en la actualidad, el mejor conjunto cerrado de cerámicas nazaríes de procedencia subacuática. Forman parte de los materiales del Museo de Almería que incluimos en la publicación de la Carta.



**CARTA ARQUEOLOGICA SUBMARINA ENTRE MALAGA  
Y ALMUÑECAR (GRANADA): 1985-1986.**

**Sergio Martínez Lillo<sup>1</sup>  
Belén Martínez Díaz<sup>2</sup>**

A comienzos de los años 80 se iniciaron una serie de cartas arqueológicas submarinas en distintas zonas de nuestro litoral: Baleares (Ibiza y Menorca), Castellón, Tenerife, Almería, ...de un modo sistemático, con dos grandes objetivos: ampliar el conocimiento histórico de la zona a tratar y como primera medida para la protección del patrimonio.

A la hora de plantearse la realización de la carta arqueológica del litoral -unos 70 Kms- comprendido entre las localidades de Almuñecar y Málaga (Fig. 1), también se proponía este doble objetivo, frenar con la presencia de nuestro equipo el deterioro de los yacimientos por la acción de clandestinos, proporcionar a la administración el inventario de yacimientos, y por último, la posibilidad de avanzar en ciertos aspectos de la investigación arqueológica que se llevaba a cabo en esta zona.

El trabajo se centró, por lo tanto, en los siguientes puntos:

- análisis de fuentes y documentación bibliográfica.
- situación de hábitats y puertos.
- determinación de las rutas de navegación por medio del estudio de las corrientes y vientos dominantes.
- prospección mediante rastreos sistemáticos subacuáticos y otros procedimientos.

En ambas campañas se pudo contar con la colaboración del Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas de Cartagena, y del Museo Provincial de Almería, que nos prestaron los materiales de navegación y buceo necesarios. Gracias a ellos, a la financiación del Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales del M<sup>o</sup> de Cultura, y a la presencia de nuestros colaboradores fue posible la realización de estas campañas, a todos ellos gracias.

En concreto, los trabajos se enfocarían para resolver la problemática existente en los asentamientos terrestres bien presentes y bien delimitados, sin por ello menospreciar u olvidar los restantes: El primero de ellos trataría del poblamiento costero que fueron creando los colonizadores fenicios tras su llegada a la Península; el segundo versaría sobre el sistema de torres vigía y poblados que establecieron en

---

<sup>1</sup> Departamento de Estudios Arabes. CSIC. Madrid.

<sup>2</sup> Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Ministerio de Cultura. Madrid.

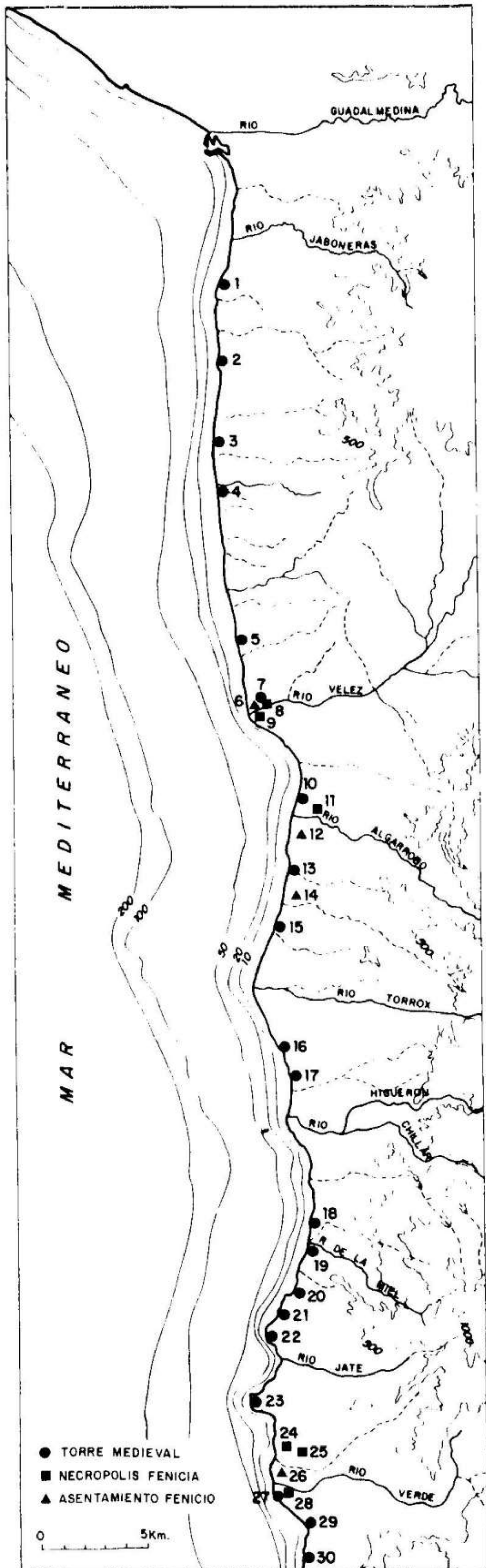


Figura 1. Zona de la prospección. Yacimientos arqueológicos significativos de la línea de costa.

1. Torre Paloma.
2. Torre de Cantales.
3. Torre de Benalgabón.
4. Torre de Chilches.
5. Torre del Jaral.
6. Toscanos.
7. Torre del río Vélez.
8. Jardín.
9. Cerro del Mar.
10. Torre Tumbada.
11. Trayamar.
12. Morro de Mezquitilla.
13. Torre de Lagos.
14. Chorreras.
15. Torre del Morche.
16. Torre de Calaceite.
17. Torre de Macaca.
18. Torre de Maro.
19. Torre del Arroyo de la Miel.
20. Torre del Pino.
21. Torre Caleta.
22. Torre del Cerro Gordo.
23. Torre de la Punta de Masa.
24. Cerro San Cristobal.
25. Puente del Noy.
26. Almuñecar.
27. Torre de Velilla.
28. Velilla.
29. Torre del Granizo.
30. Torre del Diablo.

la misma costa los gobernadores islámicos de al-Andalus, para su protección, en la Edad Media.

La zona comprendida entre el río Guadalhorce (al oeste de Málaga) y Almuñecar concentra la mayor cantidad de poblamientos fenicios arcaicos, investigados hasta ahora.

La costa malagueña que vemos hoy en día lineal y sin lugares de resguardos para los navegantes en caso de peligro, no es la que encontraron los fenicios cuando llegaron a la Península. Con toda seguridad ellos vieron una costa recortada con pequeñas calas, que sin ser de grandes proporciones les bastaban, tanto para sus actividades marineras de cercanía, como para las de largo recorrido, habida cuenta de las características de sus embarcaciones.

Tras un rápido vistazo a los asentamientos fenicios de esta zona veremos que reúnen, casi todos ellos, una serie de condiciones comunes:

- están emplazados en un promontorio poco elevado, a la entrada de un río.
- buenas condiciones naturales de comunicación, tanto marítima como terrestre.
- vega fértil en las cercanías, apropiada para el desarrollo de una agricultura capaz de producir lo suficiente para el propio consumo del poblado.
- madera en abundancia para la producción y reparación de embarcaciones.
- mineral de hierro, una de las principales fuentes de riqueza de las costas malagueñas, siendo la metalurgia del hierro una de las actividades industriales que más beneficios les aportaban.
- las necrópolis se situaban en la orilla opuesta del río, con algunas excepciones como Almuñecar.

Los principales de estos yacimientos son: El cerrillo del Villar (río Guadalhorce) (Arteaga, Arribas, 1975), Málaga (la Malaka citada en las fuentes), el cerro del Peñón (Niemayer, ), el cerro del Alarcón (Schubart, 1984), Toscanos (Schubart et alii, 1969) y (Maas-Lindemann, 1982), el cerro del Mar (Arteaga, 1979), Jardín, Morro de Mezquitilla, Chorreras, y las necrópolis de Trayamar (Schubart y Niemayer, 1976) y Almuñecar (Molina, 1984), (Moral, 1975).

Cubren el periodo comprendido entre los inicios de la llegada fenicia -hacia finales del siglo IX a.C.- hasta el periodo púnico -fines del VI-V a.C. e incluso siglo IV a.C.- (Schubart, Arteaga, 1986).

Todos los yacimientos se sitúan en una línea de costa de 70 Km. de costa, y casi todos ellos en la desembocadura de los grandes ríos; parece evidente que en este periodo de cinco siglos debieron dejar testigos de sus intercambios comerciales y posibles naufragios, entre una gente activa en el comercio y afamada en el arte de navegar.

Al comenzar el estudio de los emplazamientos islámicos de época medieval comprendidos entre Almuñecar y Málaga, nos encontramos una serie de inconvenientes que dificultan en gran medida una investigación sistemática. En contra de lo que sucede con la antigüedad, mundo fenicio y romano, hasta el momento son muy pocos, por no decir ninguno, los emplazamientos musulmanes estudiados sistemáticamente; ya sea por medio de excavaciones arqueológicas o simplemente por prospecciones. Esto trae consigo la escasez de material arqueológico para comenzar un posible estudio de la zona en cuestión; esta escasez notable, sobre todo en cerámicas es visible tanto en tierra como en material sacado del mar, con excepciones puntuales como es el caso de Almuñecar.

De un tiempo a esta parte una serie de autores ha realizado estudios serios acerca de los emplazamientos medievales en la costa malagueña; entre otros podemos

destacar los trabajos de Temboury (Temboury, 1975), Arié (Arié, 1973 y 1982), y Román<sup>3</sup>.

El primer paso a seguir es preguntarnos a qué responde toda esa serie de emplazamientos que se sitúan a lo largo de toda la costa malagueña y parte de la costa andaluza. Tras un rápido vistazo se observa que en los emplazamientos costeros islámicos predomina el carácter eminentemente defensivo, quedando en un segundo plano el comercial, que sin embargo era de gran importancia en la antigüedad. A lo largo de la costa descubrimos una serie de torres, fortalezas y emplazamientos urbanos que, como ya hemos comentado, respondían a un fin claro y determinado. Toda una serie de torres o almenaras jalonaban la costa e iban alternando con habitats mayores como fortalezas, que a su vez estaban comunicadas con núcleos urbanos más al interior. Con sello se conseguía una línea de torres y castillos en línea de playa perfectamente comunicados con los centros urbanos del interior. Estos castillos o ciudades amuralladas que completaban el sistema defensivo se solían situar a unas distancias determinadas unos de otros; habitualmente esa distancia era de una jornada, pero a su vez esta jornada estaba determinada por el tipo de terreno circundante había alrededor. Estas jornadas como máximo tenían una distancia de 30 Kms; aunque lo normal es que fuesen de 20 a 25 Kms.

Más que una línea de defensa en el sentido activo de la palabra, se proponían alertar sobre un posible peligro proveniente del mar y que al interior se comunicaba por medio de humo y fuego.

Como es lógico pensar, estas almenaras estaban colocadas de tal manera que desde una se divisaba la anterior y la siguiente, Temboury (Temboury, 1975) remonta los orígenes de este sistema a los pueblos semitas, que utilizaban los masout o señales de humo y fuego. Aunque el sistema también fue utilizado en la Hispania romana, la aportación islámica consistió en el perfeccionamiento de este sistema de aviso de un enemigo en el horizonte.

Los peligros que podían venir del mar fueron tradicionalmente piratas y corsarios que amenazaron esta costa a lo largo de toda la historia. Ya desde el siglo IX y durante el X, tenemos noticias de corsarios también andalusíes; así mismo a lo largo de la época omeya hay referencias a ataques normandos en la costa atlántica y mediterránea de al-Andalus. Tampoco hay que olvidar los posteriores ataques de los piratas francos, norteafricanos y de los cristianos aragoneses.

Un hecho importante que se observa es que la distribución de estas almenaras o torres vigía no seguían una pauta fija y su ubicación estaba claramente condicionada por la topografía del terreno. Estas torres se solían colocar en una zona alta y generalmente al lado de un río o arroyo, o también en promontorios que se adentran un poco en el mar; con ello estos enclaves tenían una perfecta visión de la costa y del mar.

La mayoría de estas torres se sitúan en lo que podríamos denominar antiguo camino romano, que se siguió utilizando en época islámica, que iba de Cádiz a Narbona y que viene a coincidir con la actual carretera Cádiz- Barcelona y la costa.

Un grave problema con el que nos enfrentamos y que hace necesaria la colaboración con investigadores de otras disciplinas, es el continuo proceso de colmatación de estuarios que han sufrido los ríos de esta zona debido a la masiva deforestación y erosión fluvial en los últimos 500 años. Este hecho lo hemos podido documentar en nuestros trabajos.

---

<sup>3</sup> Memoria de Licenciatura leída en el Departamento de Historia Medieval de la UCM, por D<sup>a</sup> Carmen Román, con el título "La defensa costera de al-Andalus". Septiembre de 1982.

## LA CAMPAÑA DE 1985: Almuñecar (Granada).

Los primeros trabajos de investigación que se llevaron a cabo dentro del permiso de prospecciones arqueológicas entre Almuñecar (Granada) y Málaga se centraron en el estudio de fondos de Almuñecar y alguno de sus alrededores. En concreto los puntos elegidos fueron : la Punta de la Mona, Cerro Gordo y la Herradura y se efectuaron durante tres semanas del mes de Mayo<sup>4</sup>.

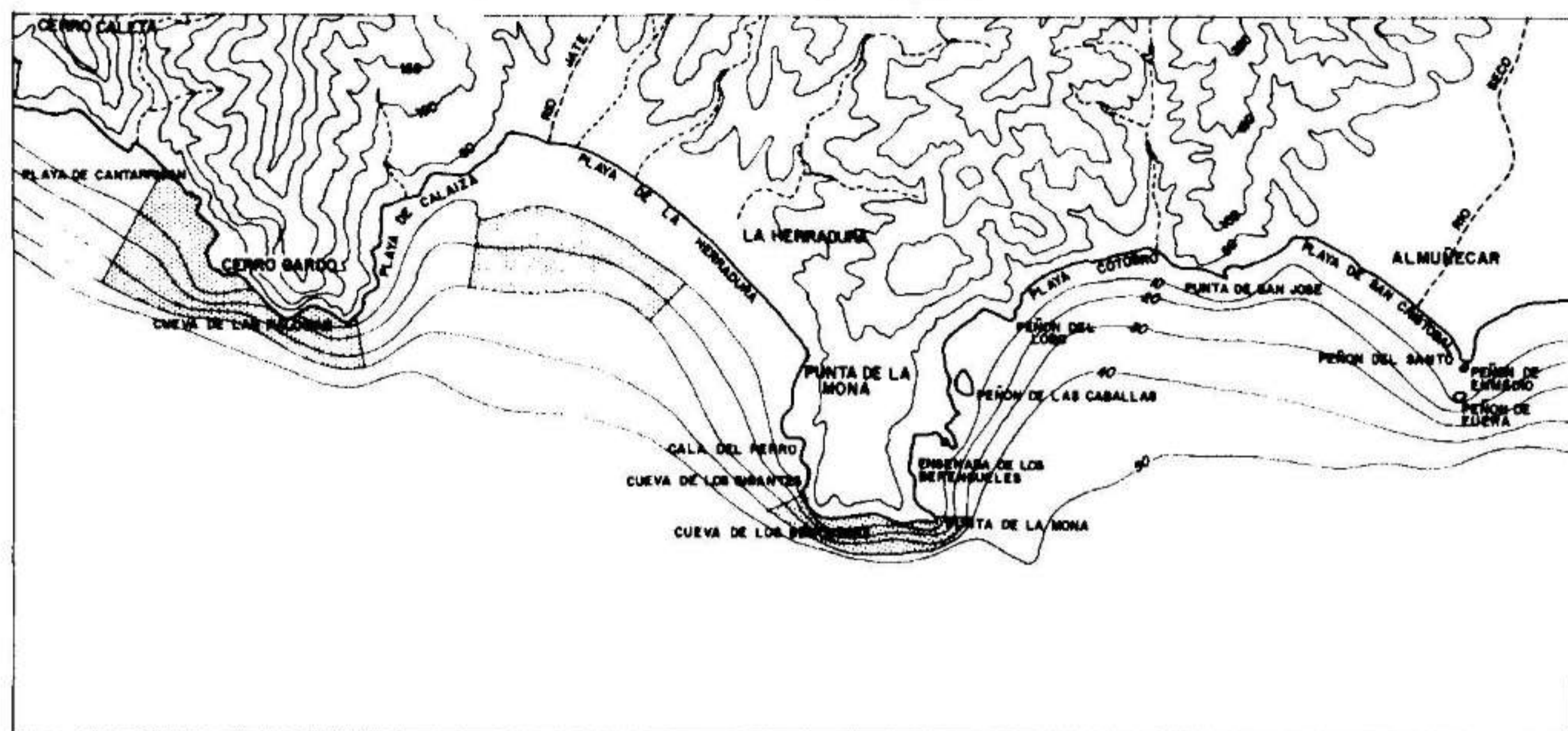


Figura 2. Campaña de 1985. Zonas prospectadas de Almuñecar (Granada).

El hecho de que Punta de la Mona, y Cerro Gordo sean puntas de tierra que se adentran en el mar, facilita que, con mucha frecuencia, en superficie se den corrientes de considerable turbulencia, agravado esto además por el constante viento de poniente que sopla en ambas puntas, produciendo olas de considerable tamaño, con la dificultad que ello trae consigo a la hora de llevar a cabo cualquier tipo de inmersión. De ambos lugares teníamos noticias de hallazgos no casuales de materiales anfóricos y metálicos, realizados por buceadores clandestinos, por lo tanto, las primeras prospecciones se hicieron, alternativamente, en ambas zonas y dependiendo de la dirección del viento en cada momento.

En la zona de Cerro Gordo se llevaron a cabo unas quince inmersiones con las que se cubrió la zona entre unas profundidades comprendidas entre los 10-11 mts. y los 34-35 mts. El tipo de fondo no era el idóneo para prospecciones sistemáticas, ya que hay una gran abundancia de rocas, ondulaciones del terreno y masas de posidonias. Tras las referidas inmersiones se localizaron algunos fragmentos de cerámica muy deteriorada y que no daban forma alguna. Por el modo en que se encontraban en el fondo, claramente respondían a los deshechos de la acción en la zona de buceadores clandestinos de Almuñecar.

La zona más interesante, fue la de la Punta de la Mona, y en concreto el sector cercano a la llamada Cueva del Jarro. Allí a partir de 20-22 mts. se documentaron fragmentos cerámicos significativos entre las rocas; y a mayor profundidad, ya con fondo de arena, se encontraron más sueltos o a medio enterrar. También en esta zona encontramos los restos de la actuación de clandestinos, que por comentarios de gentes de la zona eran los mismos que "trabajaron" en Cerro Gordo. Aunque la zona

<sup>4</sup> Agradecemos a Virginia Galván, Juan Carlos Martínez, José Latova, Gildo Morell, Manolo Carcela, Sergio Ripoll, Javier Martínez y Marta Macorra, su colaboración en esta campaña.

es, por los restos cerámicos, óptima para llevar a cabo una investigación arqueológica a mayor escala (sondeos o excavación), desde el punto de vista de técnica del buceo tiene un grave inconveniente: la zona está totalmente abierta a los fuertes y constantes vientos de poniente y levante, siendo por ello un lugar poco idóneo para llevar a cabo inmersiones de modo sistemático.

En la zona de la Herradura, que es una gran ensenada entre las puntas de Cerro Gordo y la Punta de la Mona, se llevaron a cabo una serie de inmersiones encaminadas a prospectar el fondo con planeador, abarcando así una gran extensión de terreno en cada prospección. El fondo es de fango y aluvión casi en la totalidad de la zona, haciendo muy difícil el reconocimiento de materiales arqueológicos en los alrededores.

Los resultados de esta primera campaña de prospecciones arqueológicas subacuáticas fueron bastante positivos, aunque no los deseados, obteniéndose mucha información del tipo de fondos y posibilidades de posteriores trabajos en la zona.

### **CAMPAÑA DE 1986: Torre del Mar- La Caleta (Málaga).**

La segunda campaña de prospección, tuvo una duración de cuatro semanas, en el mes de septiembre de 1986<sup>5</sup>, y se llevó a cabo en la zona de Torre del Mar- La Caleta de Vélez.

Comenzó por el rastreo sistemático de los fondos submarinos entre la desembocadura del río Lagos y la del Algarrobo, realizando inmersiones desde los 4 mts hasta la línea batimétrica de los 20 mts., con orientación a través de brújula, siguiendo un rumbo Norte Sur de 210°; se obtuvieron muy pocos resultados, en su mayoría restos de embarcaciones modernas. Estas inmersiones se llevaron a cabo a una distancia de la costa de unos 50 mts.

El fondo en esta zona tiene una orografía muy suave, con una ligera inclinación y sin grandes desniveles; está totalmente desprovisto de flora, y al igual que en la zona de Almuñecar, se halla cubierto de una capa de limo procedente de los materiales que arrojan los ríos y que éstos arrastran mar adentro desde tiempos antiguos.

A continuación se comenzó a prospectar una zona situada frente a la desembocadura del río Algarrobo, y distante una milla de la costa aproximadamente. Por esta zona se tenían noticias de la existencia de un cargamento de ánforas púnicas ya expoliado. Estas inmersiones siguieron un rumbo de 150 ° Sur Este, con unas cotas de profundidad entre los 20 y 35 mts. A continuación se cambió el rumbo a 225° Sur Oeste. siguiendo con cotas de profundidad similares.

En el primer sector las condiciones de visibilidad no eran buenas, pero se podrían considerar como bastante favorables para la práctica de cualquier actividad científica subacuática con un mínimo de seguridad.

En el segundo sector cabría destacar las siguientes características: una visibilidad máxima de 3-4 mts, en los días claros y sólo 2 metros los días que podríamos considerar como normales. La profundidad máxima obtenida fue de 32 - 32,5 metros, con agua fría, que a esa profundidad tendría 15 ° de temperatura aproximadamente.

Un factor que nos condicionó la posterior metodología a seguir, fue que el fondo al estar constituido por la acumulación de fango y limos, al menor movimiento de aletas, manos o la misma corriente en el fondo, provocaban una visibilidad casi nula.

---

<sup>5</sup> Agradecemos a Antonio Espinosa, Mercedes Gallardo, Virginia Galván, Mercedes Gómez, Rafa Giraldez, Manu Izaguirre, Carlos León, Javier Luarca, Luisma Naya, Juan Pinedo y Fernando Sáez, su desinteresada colaboración en este proyecto.



Bajo el nivel superficial de fango aparecía otro del mismo tipo aunque más compacto y con gran cantidad de conchas de moluscos bivalvos que daban al referido estrato una fecha bastante anterior a la llegada de los primeros colonizadores procedentes del Mediterráneo oriental.

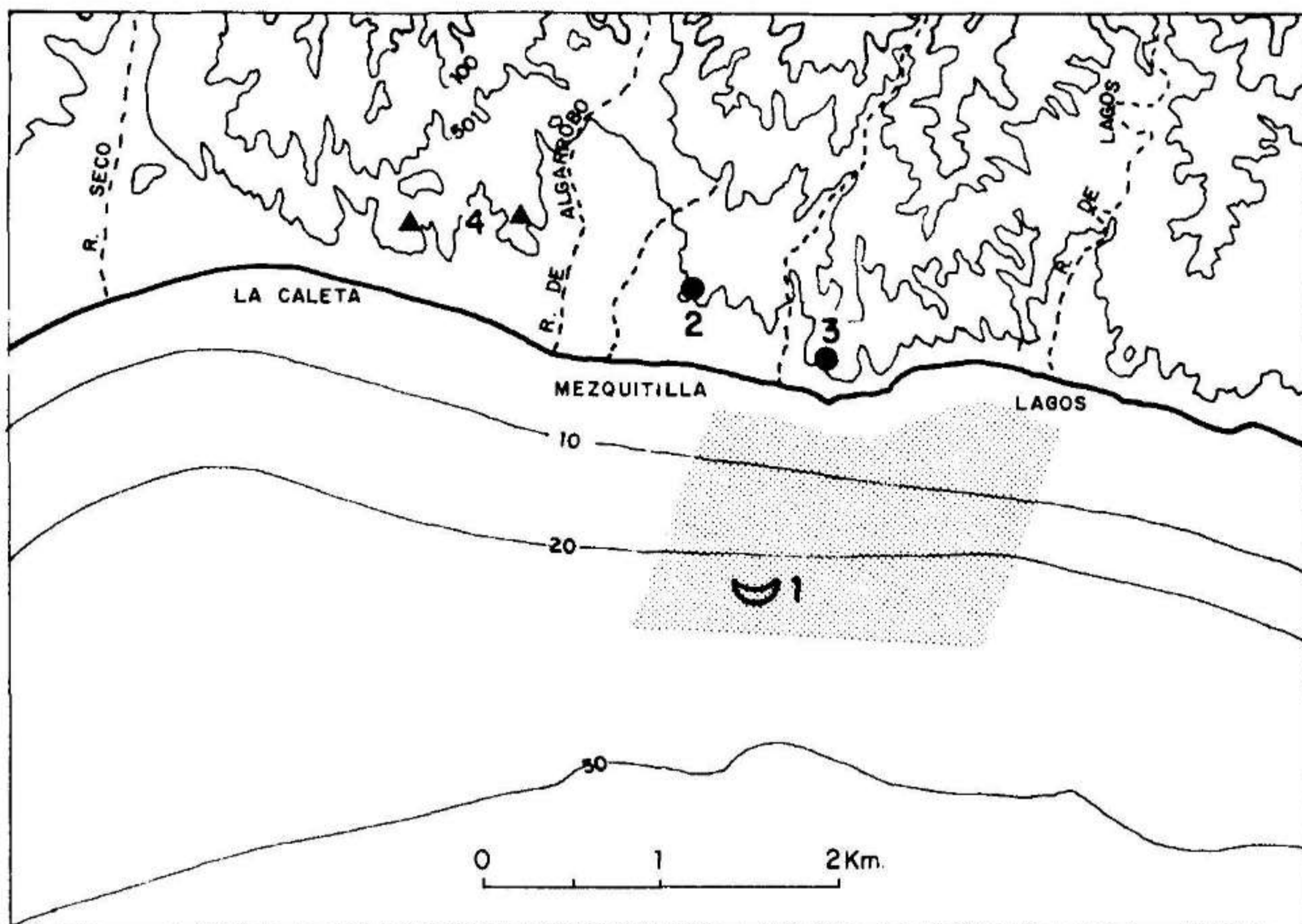


Figura 3. Zona prospectada de Torre del Mar (Málaga), campaña 1986. 1, barco de la Mezquitilla. 2 y 3, asentamientos fenicios. 4, tumbas de cámara fenicias.

Con la aparición del primer ejemplar anfórico, se cambió la metodología de trabajo, ya que hasta entonces habíamos utilizado una apropiada para prospectar amplias zonas del fondo, mientras que ahora nos dedicaríamos a la localización de otros restos junto al ya encontrado y a delimitar, en lo posible, la extensión del yacimiento arqueológico.<sup>6</sup>

Una vez localizado el primer ejemplar (Nº 2 en Fig. 4) procedimos a la ubicación de un fondeo fijo, señalado con una boya en superficie para el amarre de las embarcaciones durante los trabajos.

La prospección se efectuó mediante círculos concéntricos, tomando como centro el nº 2 de la Figura 4, y el punto 0. Estos círculos se trazaron con una cinta métrica sujeta al centro y un arqueólogo cada 3 metros, aumentando progresivamente ampliando el radio hasta conseguir un radio de 20 metros. Con este procedimiento se ha delimitado parte de los límites o extensión del yacimiento, sobre todo en el sector situado al Noreste, Este y Sureste del punto 0.

Como ya se ha comentado con anterioridad, unos de los principales inconvenientes que existía en este sector era la poca visibilidad del fondo debido a la gran cantidad de lodo y fango allí depositado. Esto trajo consigo no poder tener una visión general del fondo ni de la posible dispersión de materiales en superficie, como de no poder obtener la documentación fotográfica deseada.

<sup>6</sup> Este yacimiento está siendo objeto de estudio para una publicación posterior.

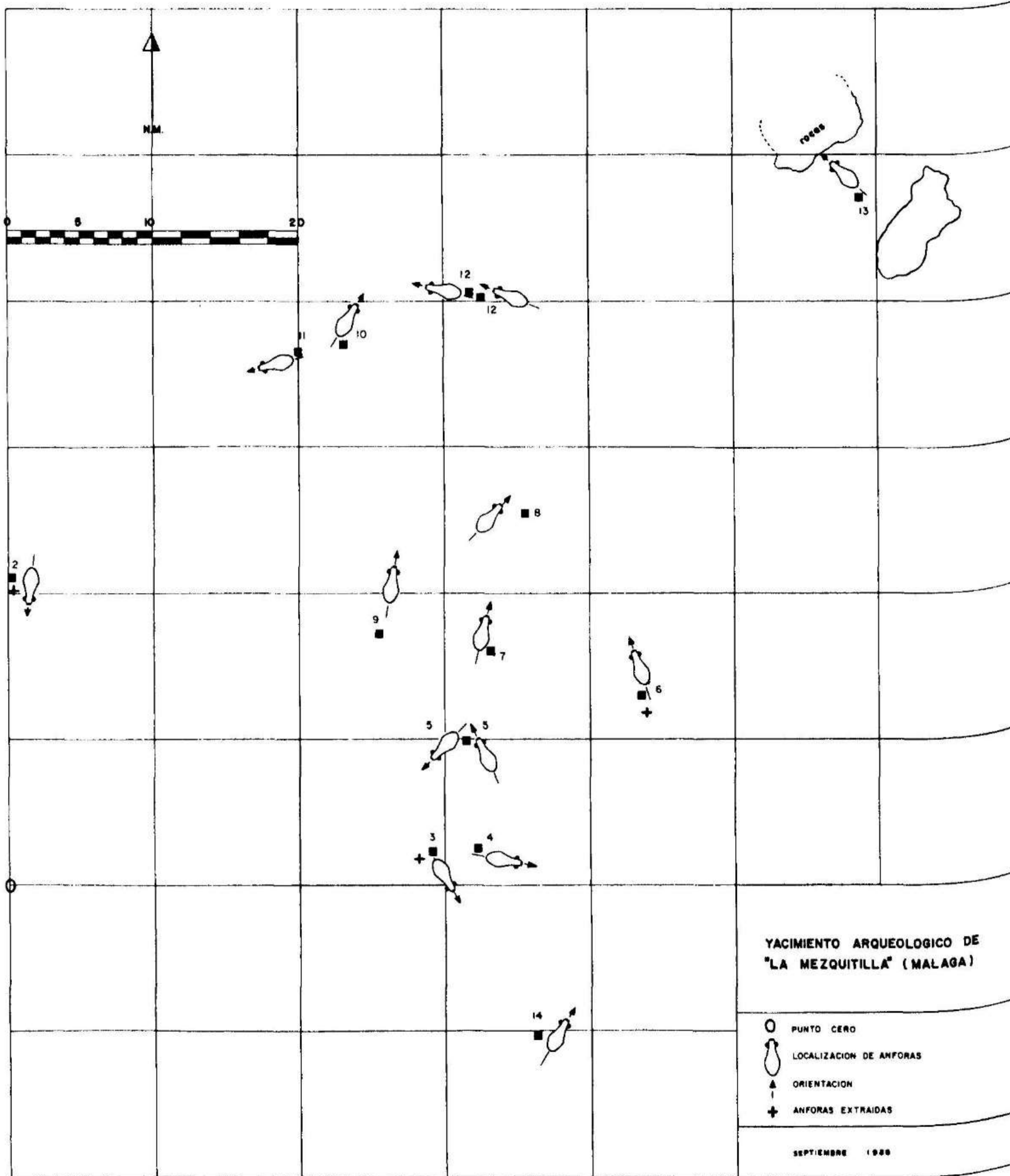


Figura 4. Dispersión de materiales del barco de La Mezquitilla.

Así pues, para conseguir un mapa de dispersión de los materiales, ideamos un reticulado con cabos blancos que iban uniendo cada hallazgo, teniendo cada arqueólogo un croquis de situación de ellos, que además evitaba los problemas de orientación.

Al mismo tiempo de la prospección del fondo, se fue haciendo por triangulación, un plano de lo hasta ese momento prospectado. A cada nueva ánfora hallada se le asignaba un número correlativo al anterior, que quedaba reflejado tanto en el plano dibujado como en el fondo; esto último se realizaba por medio de una etiqueta plástica atada bien a un asa del ánfora o al cabo del reticulado que conducía a esa ánfora y que era asegurado al fondo, junto a ella, por medio de una varilla metálica. Así cualquier miembro del equipo sabía con su croquis en qué lugar del yacimiento se encontraba, pudiendo ejecutar más rápidamente su trabajo y evitando las que serían lógicas pérdidas de rumbo en medio de una masa de fango y limo sin visibilidad.

El número de ánforas localizadas en esta campaña ascendió a 16, aunque en el plano solo figuran representadas 15 ya que la primera apareció a unos 200 metros al oeste del punto 0 de este plano, y por falta de espacio no lo hemos representado.

Tras observar detenidamente el plano del fondo vemos que la orientación que tienen las ánforas descubiertas no es homogénea y prácticamente hay una en cada dirección; sin embargo podemos observar que casi el 50% de ellas tienen la parte superior orientada hacia el Norte Noreste.

El yacimiento se encuentra aparentemente muy disperso, por dos causas fundamentales:

- 1ª. Podemos afirmar que el yacimiento ha sido en parte expoliado, según los comentarios orales de los pescadores de la zona, y por los restos de sacas francesas que hallamos en el fondo junto a algunas ánforas.
- 2ª. También hemos de considerar la rotura y arrastre producidos por la utilización de artes de pesca como el arrastre, que todavía hoy siguen realizándose en la zona.

De las ánforas localizadas se extrajeron cinco ejemplares, hoy en día depositadas en el Museo "Luis Siret" de Almería para su tratamiento de desalación y posterior conservación, ya que el Museo Provincial de Málaga, donde deberían estar, está desprovisto de talleres de restauración.

Málaga, septiembre de 1986.



*Anfora Mañá-Pascual A4 del barco de la Mezquitilla.*



*Anfora Mañá-Pascual A4 del barco de la Mezquitilla.*

## BIBLIOGRAFIA

ARIE, R.

1973: **L'Espagne Musulmane au temps des Nàsrídes. 1234-1492.** París.

1982: **España musulmana (siglos VIII-XV).** Barcelona.

ARTEAGA, O.

1979: "Avances sobre las nuevas excavaciones en el Cerro del Mar. Campaña 1976". *Noticiario Arqueológico Hispánico* 6: 261-274.

ARTEAGA, O. ARRIBAS, A.

1975: "El yacimiento fenicio de la desembocadura del río Guadalhorce (Málaga)". *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, Serie Monográfica* 2, Granada.

AUBET, M.E. MAAS-LINDEMANN, G. SCHUBART, H.

1979: "Un establecimiento fenicio al Este de la desembocadura del Algarrobo". *Noticiario Arqueológico Hispánico* 6:90-138.

MASS-LINDEMANN, G.

1982: "

MOLINA FAJARDO, F.

1984: **Almuñecar, arqueología e historia.** Granada.

MORA FIGUEROA, L.

1981: **Torres de almenara de la costa de Huelva.** Excma. Diputación Provincial de Huelva. Instituto de Estudios Onubenses "Padre Marchena". Madrid.

MORAL, V.

1975: "El Castillo de Almuñecar y la defensa costera del antiguo reino de Granada". *Revista de Historia Militar del Servicio Histórico Militar* I, nº 37, nº 38. Madrid.

NIEMAYER, H.G.

----: "Cerro del Peñón, Campaña 1984". (en prensa).

PELLICER, M.

1962: **Excavaciones en la Necrópolis Laurita del Cerro de San Cristobal (Almuñecar, Granada).** E.A.E. 17.

SCHUBART, H.

----: "Alarcón. Campaña 1984". (en prensa).

**SCHUBART, H. ARTEAGA, O.**

1986: "El mundo de las colonias fenicias occidentales": 499-525 en Actas Homenaje a Luis Siret (1934-1984). Cuevas de la Almanzora, Junio 1984. Sevilla.

**SCHUBART, H. MAAS-LINDEMANN, G.**

1979: "Jardín. Informe preliminar de 1976". Noticiario Arqueológico Hispánico 6: 151-173.

**SCHUBART, H. NIEMEYER, H.G.**

1976: **Trayamar. E.A.E. 90.**

**SCHUBART, H. NIEMEYER, H.G. PELLICER, M.**

1969: **Toscanos. E.A.E. 66.**

**TEMBOURY, J.**

1975: **Torres Almenaras (costa occidental).** Instituto de Cultura de la Excma. Diputación Provincial de Málaga. Jerez de la Frontera.

**TORRES DELGADO,**

1974: "Descripción de las costas del Reino de Granada". Miscelánea de Estudios dedicados al profesor Antonio Martín Ocete, tomo II: 1065-1091. Granada.

## **METODOS Y TECNICAS**





## DIBUJO Y TOPOGRAFIA SUBACUATICA

Manu Izaguirre<sup>1</sup>

Las técnicas de toma de datos gráficos en la arqueología subacuática no difieren sustancialmente en su concepto general de las terrestres, aunque lo extraño del medio en que se desarrolla confiere a esta actividad la dificultad suficiente como para que su metodología sea radicalmente distinta.<sup>2</sup>

Este hecho hace que a la dificultad propia de la disciplina haya que añadir un sinnúmero de condicionantes que deberán ser continuamente solventados y que se derivan exclusivamente de la necesidad de mantenerse debajo del agua. Así, circunstancias que fuera del agua se convierten en actos puramente reflejos, bajo ella, resultan problemas más o menos acuciantes que requerirán tiempo y concentración. La ingravidez misma en que nos encontramos hace que al principio de "acción y reacción" esté presente en el pensamiento del arqueólogo de forma continua. No podrá manejarse una palanca, un martillo o una sierra sin haberse asido antes fuertemente con la mano libre o fijado con piernas o cuerpo a un punto firme.

Circunstancias tales como la visibilidad, el frío, la corriente, el control de los tiempos de inmersión, la dependencia de un equipo, efectos varios sobre el cuerpo, etc..., son muestra de toda una serie de imponderables que obligarán a definir toda una legislación de comportamiento a quien no puede eludir este medio hostil.

Todo lo expuesto hace que la duración de una investigación subacuática sea sensiblemente superior a las terrestres y que la precisión y rigor tiendan a ser menores. Por ello, vemos casos en la historia de la arqueología en que se han transformado en terrestres excavaciones totalmente subacuáticas, a pesar de lo costoso de la operación, como los célebres barcos vikingos de Skuldelev en Roskilde-Dinamarca, o los romanos del lago Nemi (Italia), etc..

### CARTAS Y PLANOS

Las cartas que podemos tomar como base para nuestras mediciones pueden ser terrestres, náuticas, o fotografías aéreas.

Las primeras disponen de más detalles señalizados que las segundas, pero sin embargo descuidan normalmente el borde de la costa. No obstante la variedad de

---

<sup>1</sup> Patrimonio Histórico y Museos. Diputación Foral de Guipúzcoa.

<sup>2</sup> LAMBOGLIA, N. "Tecnica del rilievo archeologico sottomarino". *Atti del II Congresso Internazionale di Archeologia Sottomarina*, Albenga 1958. Istituto Internazionale di Studi Liguri. Bordighera, 1961, 283.

escalas y planos nos ofrece la posibilidad de encontrar el que se ajuste mejor al carácter del trabajo sin grandes problemas.

La finalidad del plano es, en definitiva, referenciar los datos obtenidos, entre sí y a otros contextos arqueológicos y geográficos con escalas que obedecerán a las necesidades marcadas por cada investigación. Así tendremos en una misma excavación planimétricos de detalles en una escala muy frecuente como la 1/10 y planos de distribución de puntos de referencia y planimétricos de elementos dispersos del pecio a escala menor. Planos de relación con otros contextos y con la costa con escalas que pueden variar de 1/500 a 1/5.000 por hacer referencia a escalas habituales hasta llegar a los catastrales de 1/25.000 ó 1/50.000 y otros de menor escala para necesidades de ámbito general. Una escala muy cómoda para prospecciones no muy extensas es la de 1/500. Para encontrar sin embargo un nivel de detalle satisfactorio en el borde de la costa, podemos recurrir a planos de deslinde marítimo terrestre.

Las cartas náuticas tienen el inconveniente de que los detalles de tierra que están marcados son escasos y no siempre útiles en el punto que trabajamos, pero sin embargo el nivel de detalle marítimo es importante.

Las cartas náuticas existentes según su escala son:

**1) Cartas de Punto Menor:**

a) "Cartas generales" con escalas entre 1/3.000.000 y 1/30.000.000.

b) Las de escala comprendida entre 1/200.000 y 1/3.000.000.

**2) Cartas de punto mayor o "particulares", también llamadas "cuarterones":**

a) Cartas de "navegación costera" con escalas entre 1/50.000 y 1/200.000.

b) "Aproches" son cartas de mayor detalle de algún accidente geográfico o puerto con escalas alrededor de 1/25.000.

c) "Portulanos" son cartas de detalle de puertos, ríos navegables, fondeaderos, etc.

**Detalles representados en las cartas náuticas.**

En las cartas españolas viene una serie de detalles de los que vamos a exponer algunos.

-Sondas: Las profundidades vienen expresadas en metros (en las cartas inglesas vienen en brazas).

-Altimetría: Las "curvas de nivel" de la topografía de tierra tienen una separación llamada "equidistancia", y cuyo valor viene expresado en metros.

-Escalas: Las cartas llevan en la cartela marcada su escala numérica, en la banda vertical lateral derecha, la escala gráfica en sistema métrico y en la banda vertical lateral izquierda llevan la escala gráfica en yardas. A ambos bordes del plano existe una graduación en minutos y sus múltiplos o, lo que es lo mismo, en millas marinas.

-Orientación: viene dada por un círculo graduado en el que lleva marcado el N. geográfico en los 0º y el N. magnético en el ángulo que le corresponda según la declinación magnética en esa carta para el año de su elaboración. Hay algún tipo de mapas terrestres que marcan la declinación magnética como algunos del Servicio Geográfico del Ejército y algunos 1/25.000 del Instituto Geográfico y Catastral, entre otros, en los que viene así mismo el valor de convergencia o Norte U.T.M.

El concepto de declinación magnética es el que nos va a obligar a realizar una serie de cálculos a la hora de representar en un plano cualquiera, un ángulo tomado con un compás de aguja, dadas las variaciones de magnetismo en las distintas partes del globo, según los años y los aparatos con los que se mida.

Las cartas náuticas también indican el valor del decremento anual de la declinación magnética.


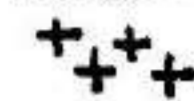



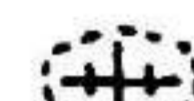
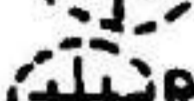
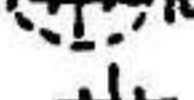


-Correcciones: Las modificaciones que se van produciendo en la geografía costera deben ser recogidas en las cartas, por lo que deben ser puestas al día continuamente,

haciéndose constar las fechas de corrección y validez según el "Aviso a los navegantes", órgano divulgativo del Instituto Hidrográfico de la Marina.

-Signos representados: según el tipo de fondo marino se indicará la abreviatura correspondiente:

A : arena; Alg: algas, L: lodo; F: fango; Arc: arcilla; C<sup>o</sup>: cascajo; C<sup>a</sup>: conchuela; G<sup>o</sup>: guijarro; P: piedra; CL: coral; etc.

-Otro tipo de signos son los gráficos, entre otros:

-  Roca que siempre vela.
-  Aguas poco profundas con fondo rocoso.
-  Roca siempre cubierta y peligrosa.
-  Roca a flor de agua en baja mar escorada.
-  Naufragio que parte vela en bajamar.
-  Naufragio en el que se sondean menos de 18 mts.
-  Naufragio del que solo velan los palos.
-  Naufragio sobre el que hay más de 18 mts. de agua.
-  Escarceos de corriente.
-  Fondeadero, etc.

## TOMA DE DATOS GRAFICOS

En cualquier investigación de campo, una de las operaciones esenciales son aquellas que nos permiten localizar el yacimiento en un plano o carta, ubicar las piezas en el espacio del contexto arqueológico, dibujar las mismas, además de tomar perfiles, cortes estratigráficos, etc... es decir, la toma de datos gráficos.

Lo característico de este cúmulo de operaciones requiere por su metodología y exactitud que se considere como una disciplina en sí misma. Por esta razón sería deseable que en la investigación de campo, tales labores debieran ser llevadas a cabo por el mismo equipo o persona durante toda la excavación o prospección. Es de tener en cuenta que cuanto mayor es el número de personas que trabajan en un yacimiento, mayor es también el riesgo de que puntos de referencia colocados en el mismo, como líneas de cuadrícula, puntos base de altimetría etc., puedan ser alterados involuntariamente, por lo que deberá tenerse en cuenta la necesidad de una mayor periodicidad en la comprobación de los mismos, así como de la colocación de mayor cantidad de puntos auxiliares. Asimismo, los dibujos planimétricos y altimétricos de cada cuadro efectuados por distintas manos, casan entre sí con mayor dificultad, debiéndose proceder a correcciones conjuntas entre los dibujantes de los distintos cuadros. Todos estos aspectos y otros muchos, deben ser tenidos en cuenta y coordinados para un correcto desarrollo de tales trabajos. Para definir con mayor claridad todas estas operaciones vamos a clasificarlas, en principio, en dos grandes campos:

- a) Planimetría o los trabajos dirigidos a emplazar un objeto en el plano de su contexto.
- b) Altimetría es el conjunto de operaciones necesarias para conferir a dicho objeto su cota o altura con respecto al resto de objetos que con él conforman el yacimiento.

Cuando el objeto finalmente posea sus coordenadas planimétricas y su cota, podrá ser situado en el espacio.

En el contenido de estas líneas no se hará referencia a procedimientos de localización electrónica o pormenores del manejo de aparatos topográficos de tierra.

## **Planimetría**

Su finalidad, como se ha dicho, es localizar un objeto en un plano de estudio, que por tratarse de una visión realizada por visuales de proyección vertical, es totalmente irreal, mas que para quién, desde un punto superior, pueda contemplar dicho plano sin error perspectivo. No obstante, es un artificio fundamental en la representación gráfica universal.

Las aplicaciones en la arqueología son muy diversas, y cubren desde una problemática prácticamente microscópica hasta aplicaciones a veces de índole geodésica.

Para entrar en materia debemos intentar clarificar algunos conceptos que manejamos en la planimetría. Y por sus características distingamos dos campos: los datos de localización y los de relocalización.

## **TOMA DE DATOS DE LOCALIZACION**

Es aquella operación destinada al acopio de datos que así permitan la ubicación de un objeto o contexto en un plano geográfico y su relación con otros objetos, incluso con los accidentes que en aquél existen. En definitiva, nos definen aquellos gráficos en que se señalan las cuadrículas, calles, itinerarios, zonas u objetos cuando se trata de cartas arqueológicas y prospecciones o de un contexto arqueológico. Así como sus referencias, si se tratase de una excavación.

Como primera medida para esta toma de datos debemos escoger el plano más idóneo, ya sea marítimo, terrestre o bien levantarlo en el momento de acometer la investigación de campo.

El procedimiento de localización comenzará por proyectar materialmente el punto localizado en el fondo, hasta la superficie desde donde será referenciado a tierra.

Esta operación, en principio simple, es la más fundamental de todo el trabajo, teniendo en cuenta que existen grandes inconvenientes para su ejecución, como son: viento y, por tanto, mala mar en superficie, lo que conlleva un desplazamiento del punto (boya). (Si tratamos de reducir su tamaño para que sea menor la resistencia al viento, no se verá desde la costa); corriente, por lo que la posible boya que se coloque unida a un peso muerto en el fondo, no estará en la vertical; cambios de nivel del mar debido al oleaje, lo que provoca desplazamientos de la boya; excesiva profundidad, lo que no permitirá la visibilidad del muerto desde superficie, no pudiéndose comprobar la verticalidad. Podría decirse que esta operación tan solo se hace correctamente en las ocasiones en que las condiciones antedichas son favorables y el tiempo disponible para llevarla a cabo es suficiente.

Aunque existen muchos métodos, más o menos, exactos, describiremos uno de los más idóneos por su factibilidad y costo, como es el de doble teodolito con lectura simultánea.

Una vez colocado el punto superficial en su emplazamiento correcto debe ser posicionado en la carta correspondiente.

Deben colocarse dos teodolitos en puntos de la costa localizados en el plano, y busquemos a tal efecto, de forma que los aparatos queden emplazados en puntos que tiendan deseablemente a formar con el punto de interés de la superficie, un triángulo rectángulo con vértice en él, es decir, que desde el mismo se vean los puntos de costa mencionados desde un ángulo de  $90^\circ$ . (En todo caso deberá ser menor de  $30^\circ$  ni mayor de  $150^\circ$ ).

La lectura de ambos aparatos debe ser simultánea, ya que de otra manera es muy fácil que la boya de señalización pueda desplazarse entre una lectura y otra.

La operación parece compleja pero no lo es tanto, aunque se da por supuesto que lleva su tiempo, pero debe tenerse en cuenta que es preferible sacrificar un hipotético tiempo perdido en aras de la exactitud. Un cúmulo de inconvenientes y de

operaciones malhechas puede producir y acumular errores de muchas decenas de metros.

En casos de escasa profundidad es suficiente una pértiga o mira de nivelación topográfica, con la que además podemos medir las distancias a sendos aparatos estacionados en tierra.

### **TOMA DE DATOS DE RELOCALIZACION**

Son aquellos, quizá de menor precisión, que se toman con la finalidad de poder volver al lugar localizado en el agua. Por lo general, son métodos rápidos en que se utilizan los medios habituales al alcance del buceador.

### **PROCEDIMIENTO DE DEMORAS**

Demora de un punto respecto a otro es el ángulo que forma la línea que los une con el Norte, o lo que es lo mismo, el ángulo existente entre la línea que une la baliza de un objeto del fondo, con un punto significativo en la costa y el Norte. Ahora bien, dependerá que el Norte sea Verdadero o de Aguja, para que la demora sea Verdadera o de Aguja.

Estas demoras, las podemos tomar desde un punto de la superficie acuática a un punto de la costa con un aparato tan sencillo como una brújula o un compás de marcaciones (debe tenerse en cuenta que los compases aunque sean impermeables no resisten la presión de la profundidad). El punto de la Tierra que deberá ser escogido cuidadosamente, no podrá ser cualquiera sino que deberá obedecer a ciertas condiciones: Deberá ser **visible de forma continua** desde el punto que nos interese, es decir, que no desaparezca largos espacios de tiempo, por ejemplo, por efecto de las nieblas, humos, subidas de marea, buques fondeados, vehículos estacionados, etc; Deberá permanecer inmóvil, es decir, **no podrá moverse o transformarse** (como señalizaciones provisionales en el primer caso, edificios en construcción en el segundo); deberá ser lo más **perenne** posible (será preferible escoger un punto geodésico o un faro, a edificios, ruinas, árboles o rocas en aquellos casos que sea posible). Será **localizable en el plano** (en los casos que no pueda disponerse de un plano o mapa con una mínima precisión o detalle debe buscarse alguna foto aérea vertical de la zona donde sin duda aparecerán un sin fin de accidentes geográficos que no existirán en el plano).

El mayor problema que este método acarrea es la transformación del ángulo magnético tomado con la brújula a ángulo geográfico, valga la expresión.

En los planos no pueden representarse ángulos magnéticos llamados "de aguja" sino que deberán reducirse a geográficos o "verdaderos".

Las demoras pueden darse en ángulos **circulares**, es decir, de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , en cuyo caso siempre son ángulos positivos. O en ángulos **cuartanales** con signos opuestos según el cuadrante en que se situé.

Las demoras comprendidas entre el N y el E ( $1^\circ$  cuadrante) son positivas, así mismo las que lo están entre el S y el W ( $3^\circ$  cuadrante). Sin embargo son negativas, las situadas entre el N y el W ( $4^\circ$  cuadrante) y entre el S y el E ( $2^\circ$  cuadrante).

#### **- Cálculo:**

La declinación magnética (dm) es el ángulo formado entre el Norte verdadero (Nv) y el magnético (Nm).

En algunos planos terrestres, como hemos dicho, y en las cartas náuticas, viene expresado el valor de la declinación magnética para la zona geográfica representada en ellos, así como vendrá indicado el año para el que es válido dicho valor, dado que el mismo varía anualmente. También se indica el valor de tal variación, sea aumento o decremento anuo.

Si el Nm, representado normalmente con media flecha en el ápice, queda a la izquierda del Nv, representado con una estrella de cuatro brazos en su ápice, la declinación será negativa. Si por el contrario, se encuentra a la derecha, será positiva.

**- Errores:**

No obstante, las mediciones que llevamos a cabo con una brújula de mano o una brújula náutica de un barco, están sometidas, además, a errores, debido al propio aparato o a las partes metálicas del barco que rodean la aguja.

En el segundo caso, el error es subsanable a base de las "barras Flinders", pero no así en el primero. Lo cierto es que lo más importante no es corregirlo sino conocerlo, ya que este error siempre será en el mismo sentido. En el manejo de las brújulas manuales o compases de marcaciones, el mayor peligro, y por cierto muy frecuente, es la presencia de objetos metálicos alrededor de los mismos, sean botellas, cuchillos, reguladores, cuadrículas, etc., que provocan alteraciones muy importantes en las mediciones.

Por ello, cada compás marcará un Norte diferente y a su vez distinto al Norte magnético del lugar donde se opere. A esta diferencia entre el Norte del aparato, llamado Norte de Aguja y el Magnético se llama desvío ( $\Delta$ ).

Cuando el Na, está a la izquierda del Nm, el desvío es negativo. Si queda a su derecha, el desvío será positivo.

A la suma algebraica de la declinación magnética (dm) y el desvío ( $\Delta$ ) se le llama Corrección total de la aguja (Ct).

$$Ct = dm + \Delta$$

Ejemplos: a) Si la dm = 10 NW y  $\Delta = 3$  NW ¿Cuál será la Ct?

$$dm = 10 -$$

$$\Delta = 3 -$$

$$-----$$

$$Ct = 13 -$$

b) Si la dm = 8 NW y  $\Delta = 2$  NE ¿Cuál será la Ct?

$$dm = 8 -$$

$$\Delta = 2 +$$

$$-----$$

$$Ct = 6 -$$

**- Demoras:**

Teniendo en cuenta la definición de demora, la relación entre Dv y Da se regirá por las fórmulas:

$$Dv = Da + dm + \Delta ; dm + \Delta = Ct$$

$$Dv = Da + Ct$$

Ejemplo: a) Si Da = N80W, dm = 10 NW y  $\Delta = 4$  Ne. Calcular la Dv.

$$dm = 10 -$$

$$= 4 +$$

$$-----$$

$$Ct = 6 -$$

$$Da = 80 -$$

$$Ct = 6 -$$

$$-----$$

$$Dv = 86 - = N86W = 274^\circ$$

**- Procedimiento gráfico:**

Con el fin de operar menos y evitar así posibles errores de cálculo, puede recurrirse al procedimiento gráfico que tiene además la ventaja de ser más rápido.

En cualquier carta nos vienen marcados en Nv y Nm, lo que nos falta es el Norte de aguja, que tomaremos como base para representar cualquier ángulo tomado con la brújula.

Observando la figura 1 vemos que para poder dibujar OA apoyándonos en Nm, conocido en la carta, habría que conocer también  $\Delta$  y Da. gráficamente. Para ello, recurriremos al siguiente artificio:

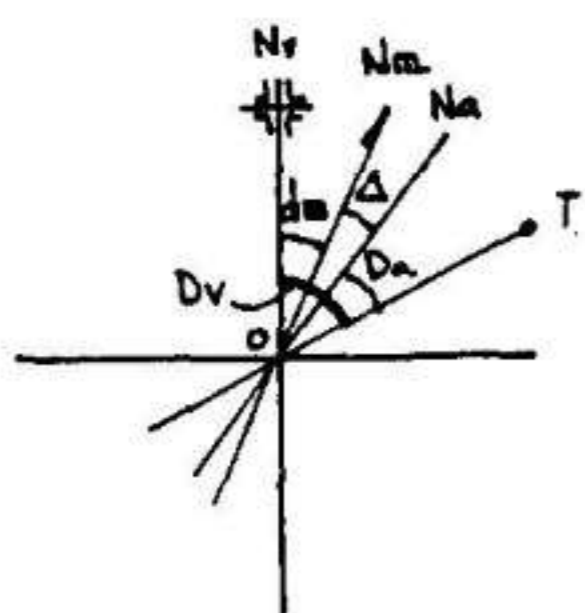


Figura 1

Busquemos una línea recta de cierta longitud, OT en la carta para obtener mayor exactitud. Tracemos en un extremo de ella una paralela de Nv de la carta.

Con la brújula que vayamos a usar en el trabajo, tomemos la Da de dicha línea en la realidad. El ángulo transportémoslo sobre la línea mencionada de la carta.

La línea resultante será el Norte de aguja (Na) que podremos usar en todo el levantamiento, como base para las demoras de aguja que tomemos con dicha brújula.

Con esta línea de base y para determinar el punto O, desde donde observamos los dos puntos de tierra T y T', procederemos de la siguiente forma:

En T colocaremos una paralela de la línea Na ya conocida. A partir de ella, marcaremos el ángulo opuesto de la demora de aguja Da tomada desde el punto O.

De igual modo procederemos con el punto T'. Las prolongaciones de ambos ángulos nos darán el punto buscado de concurrencia O. Hay que tener en cuenta que cada brújula determina un Na diferente.

Otro sistema para ubicar puntos puede realizarse con prismáticos de aguja y telémetro que pueden medir la marcación y la distancia, con lo que sería suficiente visar un punto de tierra para poder localizar el punto marino, pero es aconsejable tomar dos ó tres de comprobación.

De esta forma damos por terminado este capítulo dedicado a las demoras con lo que se ha pretendido incidir en el problema que supone trabajar con ellas, aconsejando hacer uso de los sistemas más sencillos en cada caso.

Si en vez de hallar el Na operamos con el Nv, (caso más habitual) veremos que todo el trabajo realizado habrá sufrido un desplazamiento con respecto a la realidad, que en muchos casos no se juzgará de importancia, pero lo importante es indicar en las memorias, el Norte con que se ha procedido. También es importante no emplear sistemas diferentes para que el error cometido sea igual y del mismo sentido.

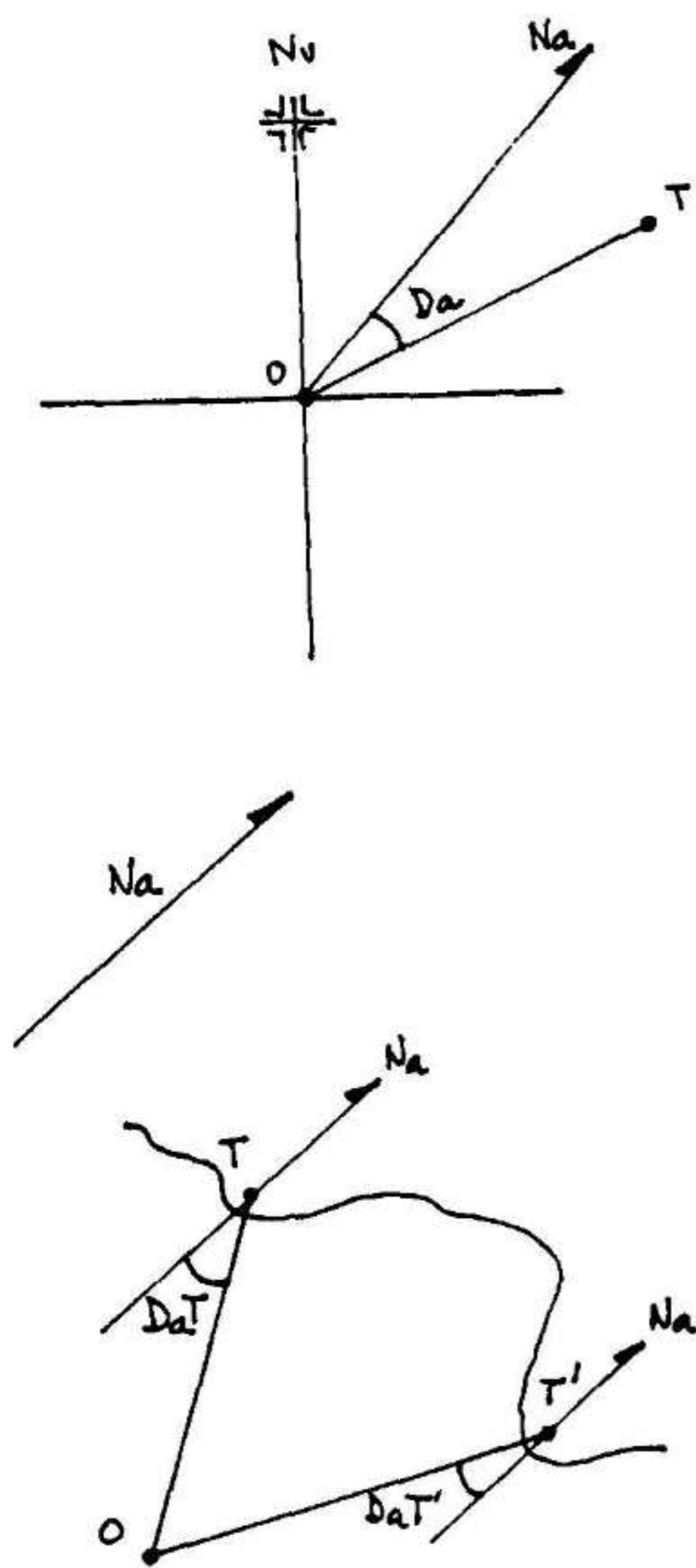


Figura 2

## PROCEDIMIENTO POR ENFILACIONES

El sistema de las enfilaciones es el más perfecto y rápido, si se tiene cierta costumbre. Una enfilación es la visual definida por el observador y dos puntos cualesquiera. Así, desde un punto de la superficie marina existen infinitas enfilaciones en que coincidan el observador y dos puntos en la tierra fácilmente reconocibles. Tengamos en cuenta que tan solo es un método como los anteriores de reidentificar el punto del mar para futuros trabajos en el mismo.

Es muy raro que los puntos de las enfilaciones que se tomen existan en las cartas marinas, pues los detalles marcados en éstas son muy escasos mientras que los elegidos en la enfilación acostumbran a ser triviales. Por ello es un sistema que no puede emplearse frecuentemente en las cartas aunque sea el más perfecto.

Para tomar los datos desde el agua se dibujan a mano alzada los accidentes que se encuentren en enfilación trazando una línea vertical que determine con exactitud la enfilación dibujando en su parte superior el accidente más alejado y en su parte inferior el más cercano. Así procederemos con las dos enfilaciones. En cada una de ellas marcaremos su orientación aproximada, que nos ayudará como localización previa en la búsqueda de las enfilaciones.

Dado que es el único documento que nos va a permitir volver al lugar requerido es conveniente darle su verdadero valor y guardarlo en el expediente incluso terminada la investigación. Tanto es así que debe eliminarse cualquier posibilidad de pérdida realizando fotografías de las enfilaciones.

Aunque los accidentes geográficos elegidos deberían tener las mismas características que para el caso de las demoras, no es necesario que así sea siempre, pues a veces es difícil encontrar tales enfilaciones. Sin embargo, debemos evitar de caer en ciertos errores comunes en este trabajo.

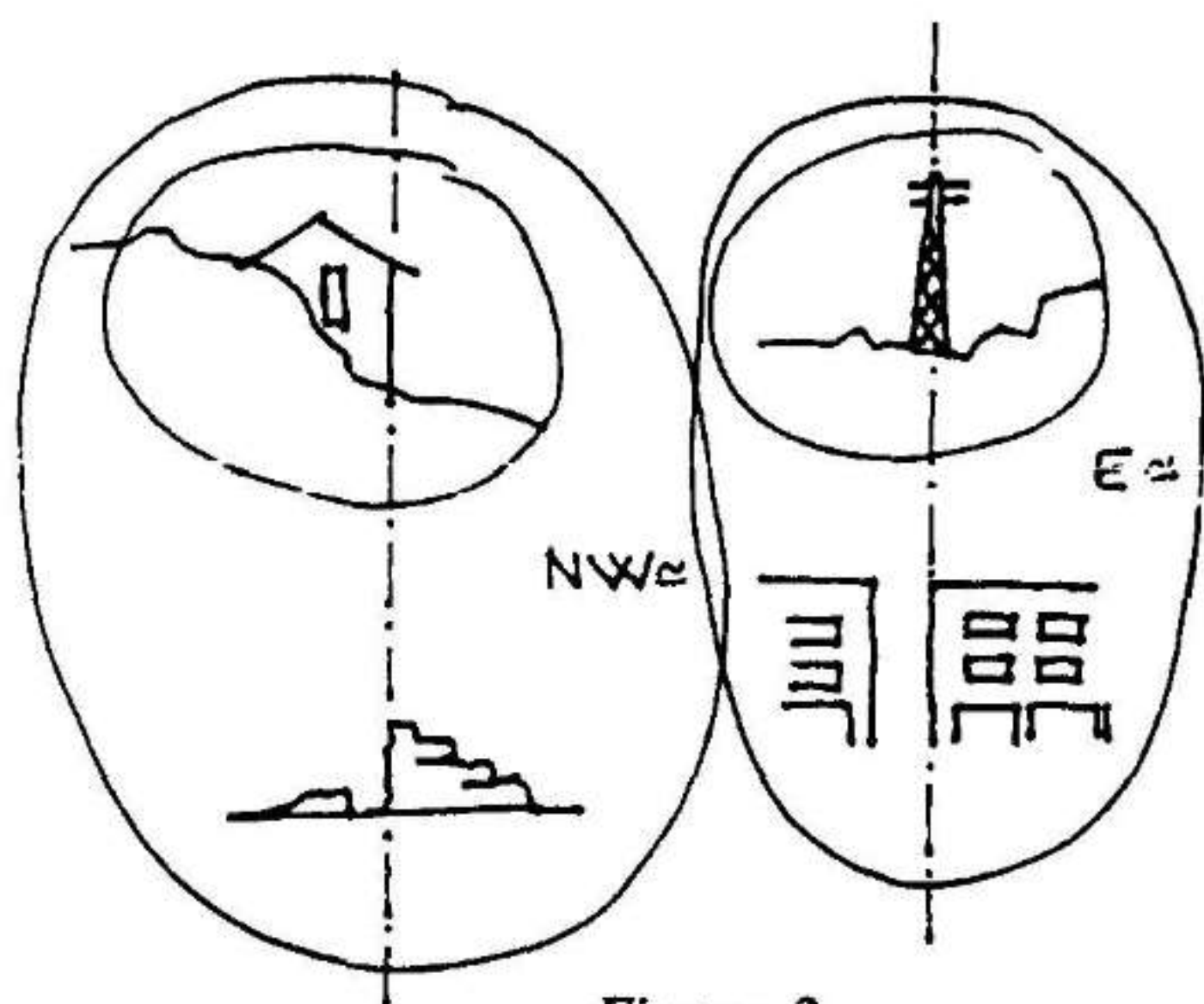


Figura 3

a) Tomar una de las referencias muy alejadas perfiles de montes pues las nieblas y brumas nos impedirán con frecuencia poder usarlo.

b) Tomar referencias demasiado cercanas a la superficie del agua pues es frecuente encontrarlas cubiertas determinados días por la marea o tapadas por bancos fondeados etc.

Dado que para determinar un punto son necesarias dos líneas, así necesitaremos dos enfilaciones para determinar el punto deseado. Ahora bien, no nos sirve cualquier enfilación, sino que procuraremos que estén formando  $90^\circ$  aproximadamente entre sí, despreciando enfilaciones que su ángulo mida menos de  $30^\circ$ , o más de  $150^\circ$ .

Todos estos métodos tan sólo se usarán en labores de prospección.

Su exactitud y sencillez hace que sea el método usado por todos los pescadores de costa para relocalizar sus puntos de interés, boyas, caladeros, etc.

### TOMA DE DATOS. INTERRELACION

Son aquellos que nos ayudarán a relacionar un objeto determinado con el resto de un contexto o varios contextos entre sí.

Son sistemas utilizados en prospección y excavación.

#### - Coordenadas radiales:

Colocando una plataforma metálica con trípode en medio del yacimiento y por medio de una alidada de pínulas que giran dentro de un limbo, en cuyo extremo va unida una cinta métrica, se van recorriendo los diversos puntos a localizar anotando a la vez el ángulo de cada visual con el Norte magnético y midiendo la distancia al centro del aparato. Este sistema se usa para relacionar puntos separados entre sí, sobre todo en prospecciones. Es rápido, pero hacen falta dos buceadores y la visibilidad tiene que ser suficiente como para verse el buceador que permanece en la plataforma y el del otro extremo de la cinta.



### **- Triangulación:**

Es el sistema más utilizado tanto en excavaciones como en prospección para marcar la posición de varios puntos con cierta separación entre ellos, dada la sencillez, precisión y posibilidad de efectuarse con unos elementos mínimos.

Básicamente se trata de construir un triángulo conociendo la dimensión de sus tres lados. Dos buceadores con una cinta métrica van midiendo las distintas divisiones en triángulos que se practican dentro de la poligonal que resulta de la unión de todos los puntos de interés. Un sistema de comprobación y mayor precisión es tomar demora de cada una de las líneas.

Cuando no existe visibilidad puede efectuarse perfectamente el trabajo con un código de tirones a través de la propia cinta métrica entre ambos buceadores.

En casos en que los objetos a emplazar sean de grandes dimensiones, como en el caso de cañones, ánforas, cepos de anclas, etc..., será necesario marcar un punto en el objeto o cerca de él que sirva de punto de medición.

Es así mismo importante que cada vértice tenga siempre un nombre que debe ser el de la presigla con que se bautice cada objeto y que deberá constar en una etiqueta plástica o metálica en cada uno de ellos, con la finalidad de evitar falsas identificaciones, así como para que conste en todas las tomas fotográficas o de cine que se realicen con cualquier finalidad. En el caso de ser una estructura homogénea en el que el objeto sea un todo y que las siglas correspondan a elementos de la misma pero susceptibles de desmontarse, como puede ser el caso de un barco, es fundamental que cada fragmento móvil tenga su sigla y que todas estén colocadas con la misma orientación, así, la sigla, una vez desmontado el conjunto, estará definiendo por lo menos, la orientación de la pieza.

En casos de grandes corrientes que dificulten mantener la cinta en línea recta, debemos acortar los lados de los triángulos a base de puntos auxiliares intermedios.

En excavaciones, tiene la triangulación un uso muy importante, como es el de los levantamientos planimétricos de elementos alejados de cuadrículas entre sí, o bien de comprobación periódica de los puntos de referencia.

### **-Cuadrículado:**

Es el sistema por excelencia, tanto en arqueología subacuática como terrestre para el grafismo de una excavación. Trata de cuadricular el área a excavar a base de una trama cuadrangular, de forma que cualquier punto ubicado en ella pueda situarse en el plano a base de sus coordenadas marcadas a los lados de su cuadrado correspondiente.

Los cuadros que componen la trama general, que en tierra se construyen con hilo, liz, goma, etc., en una excavación submarina deben ser de un material rígido. Cada excavación definirá el tipo de estructura idónea para el mejor desarrollo de los trabajos arqueológicos, ya depende de muchas variables como la profundidad, naturaleza y extensión del yacimiento, nº de personas que trabajan simultáneamente, etc.

A pesar de las variedades que existen sobre sistemas y materiales, los cuadros de aluminio de 2x2, de perfil cuadrado hueco, con pared de 3m/m son muy recomendables para un buen dibujado en excavaciones en general. La robustez es un factor muy importante, pues además va a constituir una base de operaciones donde podrá apoyarse toda una base de infraestructura de trabajo: niveles, escuadras, reglas, puente de fotografía, etc. La chupona puede descansar, siempre que no se use, sobre la misma, evitando así accidentes personales y arqueológicos.

Deben citarse los cuadros móviles subdivididos en cuadros menores de hilo, elástico o no, con la finalidad de conseguir una mayor velocidad en el dibujo durante la excavación. Sobre cuadrícula fija, más aconsejable por su precisión y rapidez es usar para una fase de dibujo continuo una escuadra de 1m. de longitud, (una más larga es muy difícil de manejar, imprecisa y lenta ) y una regla que nos

divida el cuadro en dos mitades. La escuadra, que se desliza sobre uno de los lados, irá graduada y provista en su ángulo de una plataforma donde podrá descansar la plaqueta de dibujo. Los lados del cuadro también podrán ir graduados a base de reglas graduadas adosadas.

Estos cuadros deben ser todos iguales, por ejemplo de 2m. de longitud exterior. Esta medida permite que un arqueólogo trabaje en su cuadro molestando lo menos posible a los contiguos.

Una variante de este procedimiento trata de colocar una barra horizontal en el eje del yacimiento a lo largo de la cual se va deslizando uno o más cuadros, con el fin de levantar planos rápidos según las necesidades<sup>3</sup>.

**- Eje fijo:**

Otro sistema usado en prospección consiste en disponer una regla graduada horizontal en el centro del yacimiento o zona a dibujar, con la longitud misma del yacimiento, sobre la que se hará discurrir un escuadra con una cinta métrica que medirá la separación ortogonal de los puntos a dibujar<sup>4</sup>.

**-Triangulado:**

Consiste este sistema en colocar sobre el yacimiento a investigar una trama como la anterior pero de triángulos. Puede adoptarse una gran gama de medidas según las necesidades, desde 10m. hasta 1m.

Los triángulos pueden ser isósceles rectángulos, pero no se recomiendan para grandes superficies por las grandes posibilidades de error.

La malla de triángulos equiláteros utilizada en 1962 por R. Laurent es más precisa es más precisa y puede ajustarse mejor a cualquier tipo de contorno, pudiéndose emplear módulos de mayor lado contrariamente al anterior<sup>5</sup>.

**- Calcos:**

En ocasiones en que no es suficiente el levantamiento planimétrico de una superficie hay que recurrir a otros artificios suplementarios, como son los calcos, para conseguir mayor cantidad de datos y precisión.

Es necesario que exista una superficie relativamente plana para que sea posible la realización de los mismos. Serán necesarios plásticos rígidos o flexibles, que admitan el trazado de dibujos con lápiz con mina de plomo o cera y que sea absolutamente transparente. Es muy utilizado en posición vertical para estratigrafías (Pecio Rosas II. Excavación del Centro de Investigaciones Arqueológicas de Gerona) y en horizontal para cascos de barcos (Pecio San Juan. Red Bay, Canadá. Excavación de Parks Canadá 1981-5) y otros (Pecio Kleiner-Hafner. Zurich 1967-68).

## **ALTIMETRIA**

Es la operación de toma de cotas de los puntos necesarios de un yacimiento. Un punto se considera ubicado en el espacio cuando disponga de las consiguientes mediciones planimétricas y la altimetría.

**-Cotas de puntos aislados:**

Antes de comenzar cualquier intento de medición habrá de establecer el nivel "0" submarino, que deberá procurarse que esté por encima de cualquier punto de la excavación para que todas las cotas sean del mismo signo.

---

<sup>3</sup> MITCHEL, E. 1982: "Metodi e teniche di rilevamento subacqueo", Vi Congreso Internacional de Arqueología Submarina, Cartagena, 17-30.

<sup>4</sup> JONCHERAI, J.P. 1986: *L'Archéologie Sous marine*, Ocean- sub, Marsella, Ed.Oceans.

<sup>5</sup> BOCQUET, A. et MARKET, A. y otros. 1985: *L'Archéologie Subaquatique*. PELLETIER, A. *L'Archéologie et ses méthodes*, Roanne/Le Coteau, Ed.Horwath, 149-152.

El punto "0" se instalará de forma estable a base de un punto solidario a la roca o a un punto artificial a base de un sistema inmóvil. Como previsión, conviene colocar más de un punto.

Además de un punto "0" a veces suele establecerse una línea "0" que sirva de origen de planimetría y altimetría. Es útil este sistema que se dispone a base de dos plataformas lastradas y dotadas de sendas poleas graduables en altura, de forma que pasando un cable inoxidable plastificado por ejemplo, (línea "0"), por las mismas pueda mantenerse tenso y horizontal con un globo en cada extremo.

Además de este punto o línea origen, es interesante, si la excavación es amplia, establecer otros puntos secundarios a distintas alturas repartidos por ella.

Cada punto, sea origen o secundario, deberá tener una numeración. Se dispondrá por lo tanto de una relación de puntos con su numeración y cota al origen, en todo momento.

- a) Método de nivel de manguera de aire:

El artificio consiste en una manguera de plástico transparente (de 1cm de diámetro, de sección aproximadamente), dentro de la cual se introduce aire. En la curva que describe hacia la superficie, los dos extremos del aire interior están en la misma horizontal, es decir, a nivel.

Con este sistema se procede de la siguiente forma: en el punto que escojamos como referencia, sea origen o secundario, colocaremos una varilla vertical, si trabajamos solos, de forma que el extremo de la manguera se fijará a la misma. El otro extremo lo iremos bajando a lo largo de una regla situado sobre el punto cuya cota queremos medir. Cuando por el extremo fijo comiencen a salir burbujas, quiere decir que ambos puntos están en la misma horizontal.

Este método se emplea con frecuencia y es muy útil para puntos alejados, porque además la manguera al flotar describe una curva que evita se enganche en toda la infraestructura de excavación. Puede decirse que el sistema es inverso a la manguera de agua empleada en tierra. Su inconveniente es la necesidad de buena visibilidad.

- b) Método de nivel clásico de burbuja:

Mediante un nivel clásico de albañilería en material plástico o aluminio y una regla, también en aluminio, puede procederse a la medición de las diferencias de nivel entre dos puntos. Si colocamos un extremo de la regla sobre el punto de referencia y el otro junto a una regla vertical sobre el otro punto, cuando el nivel colocado sobre la regla esté a nivel, anotaremos la lectura y calcularemos la diferencia. La ventaja sobre el anterior es que es más rápido y que basta una sola persona para su manejo. Es aconsejable disponer de dos reglas de distintas longitudes. Hay un procedimiento que ahorra mucho tiempo, que consiste en colocar una regla horizontal con cota conocida, en la zona donde se vayan a efectuar varias mediciones.

- **Perfiles:**

Una de las aplicaciones más claras de la altimetría es la obtención de perfiles de ciertas secciones de barcos, perfiles estratigráficos, etc...

El procedimiento es similar al descrito anteriormente, aunque por tratarse de un trabajo tan en serie, es preferible disponer de una regla horizontal graduada a lo largo de la cual discurre otra vertical asimismo graduada, cuya verticalidad se comprobará con una escuadra, una plomada o un nivel vertical.

F. DUMAS ideó un sistema para abreviar el procedimiento y consistía en una regla horizontal con otra vertical, ambas graduadas, con una pieza que las mantenía en posición ortogonal. El sistema lo empleaba tanto en perfiles como durante el

proceso de excavación para acotar puntos aislados. Puede citarse entre otros, G.BASS, Yassi Ada, en 1961<sup>6</sup>.

### TECNICA DE DIBUJO SUBACUATICO

Quizá la parte de la arqueología subacuática que más puede parecerse a la terrestre es el puro grafismo de los datos.

a) - **Las plaquetas de dibujo:** Las planchas que soportan el papel de dibujo serán de un material sumergible, inoxidable y que no flote, como ciertos metacrilatos, el aluminio, el inox, etc...

Sus medidas, cuando se trata de plaquetas habituales de excavación es suficiente con que sean capaces de albergar un papel para dibujar el contenido de dos cuadros de 2 x 2 mts. a escala 1/10 y márgenes para fijar dicho papel con cinta adhesiva, total 30 x 46 aprox. Es aconsejable que el color sea blanco mate, aunque haya autores que prefieren tonos azulados o amarillos<sup>7</sup>. La cinta adhesiva es interesante que pille el papel en todo su borde, excepción de los ángulos donde se dejan cuatro espacios libres no mayores de 1cm. con el fin de dejar que escape el aire que quede bajo el papel, muy desagradable a la hora de dibujar, y pueda salir el agua que haya podido entrar durante el trabajo, una vez que se suba ala superficie. Tiene el inconveniente, que las partículas de suciedad pueden entrar bajo el papel. En un extremo la plaqueta dispondrá de un orificio para atar un hilo de sujeción del lápiz o la goma. Esta medida de plaqueta también permite que quepa la misma en los sacos de standard de buceo.

b)- **Papeles:** Los materiales para dibujar más indicados son el papel de fibra plástica y el poliéster. El más aconsejable es el poliester milimetrado en rollos, aunque sería preferible por hojas, pues suele tener menos errores. Es interesante que antes de sumergirnos se regruesen con rotulador indeleble el o los cuadros que vayamos a dibujar, marcando los puntos medios de lados y cuadro.

Así mismo, marcaremos el nombre en cada vértice del cuadro, así como el del cuadro a efectuar y el Norte, pues es fácil confundirse cuando comienza el trabajo o se tienen empezados varios dibujos a la vez.

c)- **El lápiz y goma:** Debemos desechar para dibujo normal los lápices de cera y adoptar los ordinarios con mina de grafito, sean portaminas de plástico con puntas intercambiables, sean lápices normales de madera. Si la calidad de éstos últimos es buena no se abrirán antes de terminarlos. La mina debe ser dura; 7H es una dureza correcta para dibujar sobre el papel de poliéster mojado.

La goma puede ser cualquiera que no sea dura y podrá ir amarrada al hilo de la plaqueta.

d)- **La plomada:** Pueden emplearse las de albañilería de latón pues no se oxidan, ahora bien, debido a la escasa visibilidad bajo el agua, es preferible que sea lo más puntiaguda posible para que pueda verse mejor el extremo. Al final de la cuerda es útil colocar un pequeño flotador, pues sirve para identificar su propiedad y para que no se pierda fácilmente, además de estar así siempre a mano y libre de nudos.

e)- **El procedimiento:** En los puntos a dibujar se colocará la plomada y se emplazará junto a la cuerda la escuadra graduada antes mencionada. La lectura de la situación de la cuerda y de la escuadra sobre el lado del cuadro nos dará las coordenadas del punto.

---

<sup>6</sup> GIANFROTTA, P. y POMEY, P. 1981: *L'Archéologie sous la mer*, Paris, 114-5. Ed. Fernand Nathan.

<sup>7</sup> MARTIN, C. 1984: *L'Archéologie en milieu subaquatique*. MARTIN, C. y otros. 1984: *La sauvegarde du Patrimoine Subaquatique*, Paris, Unesco.

Si tomamos asimismo la cota, marcaremos sobre el papel las mediciones de los puntos así como el nombre de los puntos utilizados, pero sin hacer las operaciones.

Es preferible calcular en superficie por varias razones: de esta forma anotaremos las medidas que servirán de comprobación en todo momento; bajo el agua es preferible no operar, pues la presión afecta diferentemente a las personas y las confusiones son habituales aunque tan solo sea sumar u restar.

En las hojas de dibujo submarino que deben conservarse en el expediente de la excavación, una vez se calque en limpio, se anotarán todas las incidencias sobre problemas, puntos a partir de los cuales se ha medido y cómo, etc. Debe tomarse la precaución de medir también desde nuestro cuadro de referencia, la cota de un punto al menos en los cuatro cuadros contiguos que haya sido medido a la hora de dibujarse éstos.

Esta práctica útil nos permitirá comprobar que casi siempre en gran número de cuadros las cotas están mal tomadas. La única solución es no operar bajo el agua y poner los medios para que pueda comprobarse en todo momento el sistema referido y las operaciones.

Los dibujos realizados bajo el agua deben ser completos y perfectamente inteligibles de forma que cada elemento pueda distinguirse de los demás en nivel, textura, material y contorno.

Cada elemento ya sea por medio de sombras, cotas claras u otros sistemas deberá ser rápidamente interpretada su inclinación o posición respecto al resto.

Debe tenerse en cuenta que el dibujo de un objeto que en el momento de confeccionarse bajo el agua no se interprete correctamente, ya jamás podrá hacerse. Es muy frecuente que se elaboren dibujos sin sentido ya porque sea difícil su traza o por prisa del buceador.

En ocasiones el dibujo tiene sentido tan solo para el dibujante ocasional y no para los demás. Este es un problema que debe solventarse con comprobaciones periódicas.

Los datos a representar serán aquellos que el arqueólogo en todo momento crea que son necesarios, pero en todo caso debe pecarse en exceso pues no sabemos las necesidades de comprobación que vamos a tener posteriormente.

La representación de los materiales con que nos encontremos en los planos submarinos seguirán un único código de representación que el director deberá establecer desde el principio de la excavación. Ejemplo: la forma de representar la arena o el fango, la madera, la roca fija, la roca móvil, o bien la disposición del alzado de una pieza respecto a su planta ó perfiles, etc.

Los dibujos que se realizan a lo largo de la excavación de un cuadro tienen un refrendo en el libro de excavación donde van aclarados muchos datos del dibujo que no pueden ser representados gráficamente, pero que ayudan a interpretarlo. No ocurre lo mismo con los dibujos generales de cascos o estructuras estáticas donde la labor consiste tan solo en el levantamiento puro de los mismos. En estos casos la representación debe tomarse con idea que más tarde pueda dibujarse la reconstrucción ideal de la embarcación o las estructuras y de la posibilidad de realizar maquetas reconstructivas.

Por ello los datos a tomar serán exhaustivos, taladros grietas de tracas, cuadernas, varengas, marcas de uso, restos de oxido, avellanados, marcas de carpintero, restos de calafate, marcas de lastre, marcas de quemados, etc.

Los elementos largos o planos de estas estructuras estarán acotados en varios puntos que expresen su disposición.

Finalmente todas las cotas tomadas respecto al "0", de origen submarino deberemos referenciarlo a un punto terrestre de la costa, lo que nos dará las cotas finales del yacimiento.

## **A N E X O**

Como ya se había dicho al comienzo, se ha evitado en todos momento hacer mención de todos sistemas sofisticados de medición y localización por las dificultades que supone desarrollar un curso práctico con los mismos. Ahora bien, puede ser interesante a título simplemente informativo hacer referencia al sistema SHARPS de dibujo y localización submarina por ordenador.

Consiste en un conjunto formado por un ordenador con pantalla, plotter y un "ratón" submarino unido por un cable desde la superficie hasta el lugar donde se esté realizando el trabajo submarino. El campo de eficacia abarca un círculo de unos 100 mts. de diámetro y cualquier profundidad.

Si se colocan unas boyas emisoras en el yacimiento a la profundidad que sea precisa para que actúe de referencia, el buceador que lleva en la mano el "ratón" colocará el mismo sobre el punto que quiera registrar y accionará el interruptor con que está dotado el mismo. En ese momento quedará localizado dicho punto en el ordenador con tres coordenadas x,y,z. Si se mueve el ratón con el interruptor accionado el resultado será una línea emplazada también en el espacio.

En todo momento tendremos en el ordenador el espacio de la excavación con todos los puntos y líneas localizados que podrán observarse según la perspectiva deseada, planta, alzado, etc.

Actualmente se estudia la posibilidad de que el buceador cuente con una pantalla submarina para poder comprobar la localización de los puntos registrados pues se ha solido dar el caso de falsas localizaciones e interferencias a causa de quisquillas y otros animales existentes en la zona que emiten ondas susceptibles de quedar registradas en el ordenador.

Se ha podido comprobar que la máxima eficacia del sistema se consigue en contextos no dispersos.

## BIBLIOGRAFIA

BASS, G.F.

1966: *Archaeology under water*. Londres, Nueva York.

BLACKMAN, D.J. y otros.

1967: "Un port de la basse époque romaine en Grèce centrale", en *Archeologia*, 17, Paris.

BLOT, J.Y.

1988: *Archéologie sous-marine*, Paris, Ed. Arthaud.

GIANFROTTA, P.A. y POMEY, P.

1981: *L'Archéologie sous la mer*, Paris, Ed. Fernand Nathan.

LAMBOGLIA, N.

1958: "Tecnica del rilievo archeologico sottomarino", en *Atti dei II Congresso Internazionale di Archeologia Sottomarina*, Albenga, I.I.S. Liguri, Bordighera, 1961, 283.

MITCHELL, E.

1982: "Metodie tehnice di rilevamento subacqueo", en *VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina*, Cartagena.

MUCKELROY, K.

1978: *Maritime Archaeology*. Cambridge, Cambridge University Press.

NIETO PRIETO, F.J.

1984: *Introducción a la Arqueología Subacuática*, Barcelona, Ed. Cymys.

PELLETIER, A. y otros.

1985: *L'Archéologie et ses méthodes*, Roanne/ Le Coteau. Ed. Horwath.

RYAN, E.J. y RASS, G.F.

1962: "Underwater surveying and draughting, a technique", en *Antiquity*, 36, 144, diciembre.

SANTAMARIA, C.

1972: "Techniques de relevés sous-marins", en *Cahiers d'Archéologie subaquatique*, 1.

TUSA, V.

1961: *Atti II Congresso Internazionale di Archeologia sottomarina*, Bordighera, Ed. Sastre.

VARIOS.

1973: *L'Archéologie subaquatique: una discipline naissante*, Paris, Unesco.





## PROSPECCION SUBMARINA CON APLICACION DE TECNOLOGIAS DE PROSPECCION GEOLOGICAS

Marcelino Farrán<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

En el campo de la exploración del fondo y el subfondo marino y su aplicación en arqueología, geología o ingeniería offshore se utilizan tanto los métodos directos como indirectos.

La creciente utilización de los sensores remotos (ópticos, acústicos o sísmicos y magnéticos), fundamentalmente en la fase de exploración, viene favorecida por el rendimiento de estos métodos frente a los métodos directos, entendiéndose como rendimiento la relación superficie explorada-tiempo. Puesto que una exploración en el medio acuático supone una importante movilización tanto de medios como de personal, la reducción del tiempo de exploración y por tanto de los costes, es un factor de capital importancia.

Los métodos indirectos que presentan un mayor rendimiento son los sísmicos (o acústicos) y los magnéticos, que permiten obtener un registro del fondo al mismo tiempo que se realiza la navegación. En arqueología subacuática el tamaño de los objetos a investigar puede imponer limitaciones a la aplicación de los métodos sísmicos, y la naturaleza de estos objetos (metálica o no) a la de los métodos magnéticos.

### PRINCIPIOS FISICOS

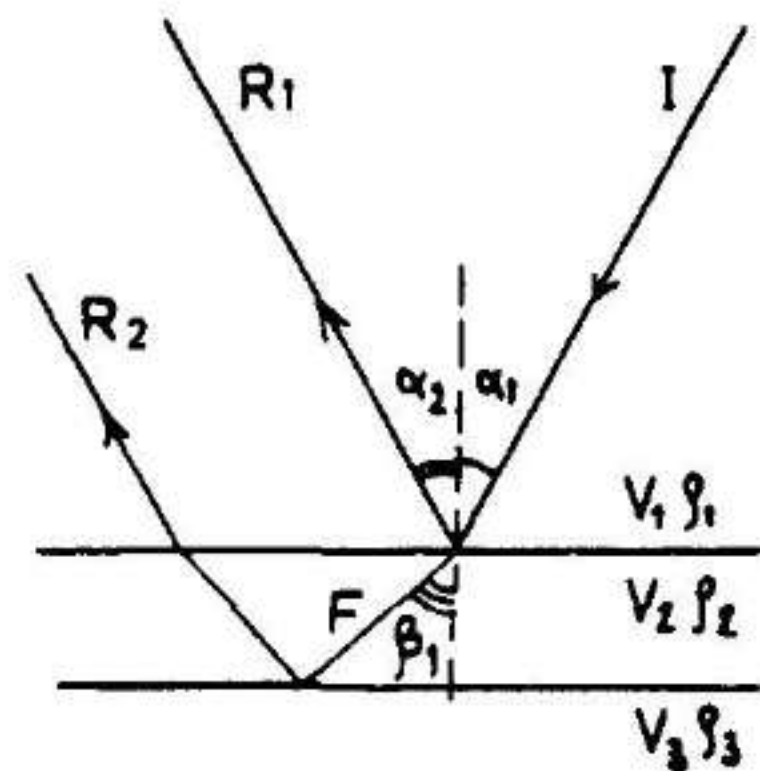
La utilización de los métodos sísmicos se basa en la propiedad que tiene cualquier onda de transmitirse, a partir de un foco de emisión, en forma de frente de ondas esférico, siguiendo los principios postulados por Christian Huygens en el siglo XVII.

Los detalles matemáticos que describen la propagación de una onda elástica en tres dimensiones son complejos y escapan al propósito de este curso, sin embargo se puede simplificar la comprensión suponiendo el comportamiento de las ondas en un medio de dos dimensiones en el cual cada punto alcanzado por un frente de onda se comporta como un nuevo foco de emisión. Si dichas ondas tienen un amplio radio se pueden considerar los frentes de onda como planos y su trayectoria como líneas rectas perpendiculares a dichos planos. Dichas líneas o "rayos" pueden utilizarse para explicar la trayectoria de las ondas en un medio bidimensional siguiendo los mismos

---

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias del Mar, C.S.I.C., Barcelona.

principios aplicados en óptica. Así cuando un rayo que se transmite en un medio de densidad  $d_1$  incide con un cierto ángulo  $a_1$  sobre una interfase con otro medio de densidad  $d_2$  se produce una reflexión con un ángulo  $a_2$  igual al ángulo de incidencia  $a_1$  y una refracción con un ángulo  $b_1$  (Fig.1) cumpliéndose la siguiente relación:



$$\frac{\text{sen } a_1}{V_1} = \frac{\text{sen } b_1}{V_2}$$

Figura 1. Representación esquemática de los frentes de onda, al incidir sobre dos interfases entre medios con distinta densidad y velocidad de transmisión. (I: onda incidente, R: onda reflejada,  $a_1$  y  $a_2$ : ángulos de incidencia y de reflexión respectivamente,  $b_1$ : ángulo de refracción)..

siendo  $V_1$  y  $V_2$  las velocidades de transmisión en el primer y segundo medio respectivamente.

## RESOLUCION Y PENETRACION EN LOS SISTEMAS SISMICOS

En teoría el proceso de la reflexión y refracción se realiza sin pérdida de energía de forma que la energía incidente es igual a la suma de la energía reflejada más la refractada. Cuanto mayor es el cociente de densidades, o de velocidades puesto que están directamente relacionadas, mayor es la intensidad de la reflexión y por tanto menor la refractada. Puesto que los rayos refractados son los que producirían las reflexiones más profundas al encontrar sucesivos cambios de densidad, una reducción de la energía refractada debido a un alto coeficiente de reflexión en la parte superficial, implica una limitación en la penetración de las ondas.

La fuente de emisión y las propiedades del medio de propagación determinan las características de las ondas generadas. Dichas ondas están definidas por su Amplitud, Frecuencia y Velocidad. La relación entre la frecuencia y la velocidad viene dada por la expresión:

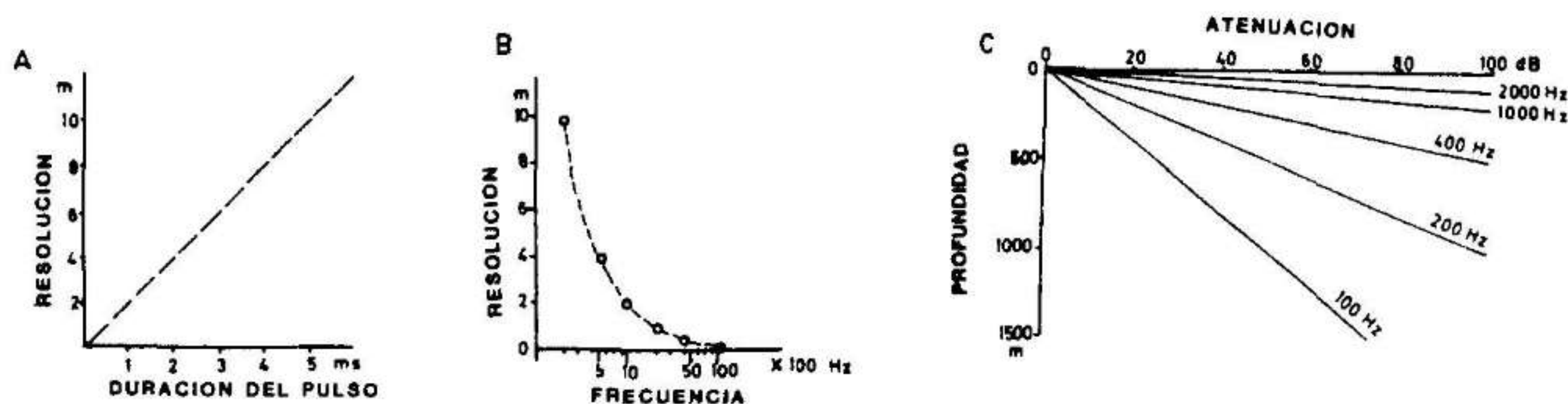
$$L = V/f$$

donde  $L$  es la longitud de onda (en metros),  $V$  la velocidad (en metros/segundo) y  $f$  la frecuencia (en ciclos/segundo o Herzios).

La longitud de onda y la duración del pulso (Fig.2A) son los parámetros que determinan la resolución de un determinado sistema sísmico.

La resolución de un sistema es la separación mínima que debe existir entre dos discontinuidades para que éstas produzcan reflexiones individualizadas capaces de ser registradas gráficamente y por tanto identificadas. Al estar la longitud de onda relacionada con la frecuencia existe una relación directa entre frecuencia y resolución de modo que las altas frecuencias producen registros de mayor resolución (Fig.2B).

Por el principio de la conservación de la energía, al producirse un mayor número de reflexiones en la parte superficial del subfondo, se produce una rápida merma de



*Figura 2. Diagramas representativos de los factores que controlan la penetración y resolución de un sistema sísmico. A) Relación entre la duración del pulso acústico y la resolución. B) Relación entre la frecuencia (en  $H \times 100$ ) y la resolución. C) Relación entre la frecuencia y la atenuación de la señal en función de la profundidad. (McQuilling et al., 1977)..*

la energía refractada hacia los reflectores más profundos lo que limita considerablemente la penetración al utilizar emisores de alta frecuencia (Fig.2C).

En arqueología subacuática los posibles yacimientos se encuentran en superficie o enterrados por unos metros de sedimentos (menos de 20 m.) por tanto la utilización de métodos sísmicos de alta resolución, basados en frecuencias de 3,5 o 5 KHz, proporciona resultados satisfactorios.

Algunos parámetros ambientales limitan la resolución y la penetración del sistema. Así por ejemplo la presencia de gravas en la superficie del fondo o niveles semiconsolidados con un alto índice de reflexión impiden la penetración de las ondas, la presencia de gas metano en los sedimentos con alto contenido en materia orgánica produce una difusión de la energía que impide la observación de cualquier reflector en dichas áreas. Por último, en las zonas con muy poca profundidad de agua, la interpretación de las reflexiones sólo es posible cuando éstas se encuentran, respecto a la superficie del agua, a menos del doble de la profundidad debido a la aparición de reflexiones múltiples. Dichas reflexiones son producidas por la reflexión de las ondas procedentes del fondo en la interfase agua-aire que actúa como una nueva emisión que interfiere con la original. Además de las limitaciones citadas la relación señal-ruido puede verse afectada por ruidos de las hélices de la embarcación, generadores, ecos laterales y cavitaciones, sin embargo la mayoría de estos efectos pueden minimizarse con una buena instalación.

### ESQUEMA BASICO DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA SISMICO DE ALTA RESOLUCION

El elemento fundamental del sistema es el registrador gráfico de alta resolución. Este tiene como misión la de sincronizar los demás instrumentos, además de la de registrar al gráfico del subfondo.

En función de parámetros ambientales como profundidad de agua, penetración en el subfondo, velocidad del barco, existen una serie de controles que permiten optimizar el registro dependiendo de los objetivos de la campaña.

El principal elemento a controlar es la cadencia de disparo, que marca el intervalo de tiempo transcurrido entre dos emisiones sucesivas. La cadencia de disparo debe ser como mínimo igual al tiempo empleado por el sonido en atravesar la capa de agua más la parte del subfondo que interese en el estudio y regresar al receptor. Si el tiempo empleado en transmitirse hasta un reflector, reflejarse y alcanzar el reflector es  $T$ , la velocidad media en el agua es de 1.500 m/seg., en el sedimento entre 1.500 y 1.600 m/seg. y conocida la profundidad de agua máxima en

una zona  $Z_a$  y el espesor máximo de sedimento que se pretende registrar  $Z_s$ , entonces  $T$  será:

$$T \leq 2 (1.500/Z_a + 1.600/Z_s)$$

donde  $T$  debe ser la cadencia máxima de disparo expresada en segundos.

El proceso entre pulso y pulso es el siguiente (Fig.3): El registrador produce una débil señal eléctrica (5 voltios) que activa la unidad de potencia, la cual mediante un relé libera la energía acumulada en sus condensadores (alto voltaje). Dicha energía es transmitida a los emisores, constituidos por material cerámico piezoeléctrico. Dichos materiales, al ser sometidos al paso de una corriente sufren una rápida deformación en su estructura, lo que produce la emisión de una onda elástica. La

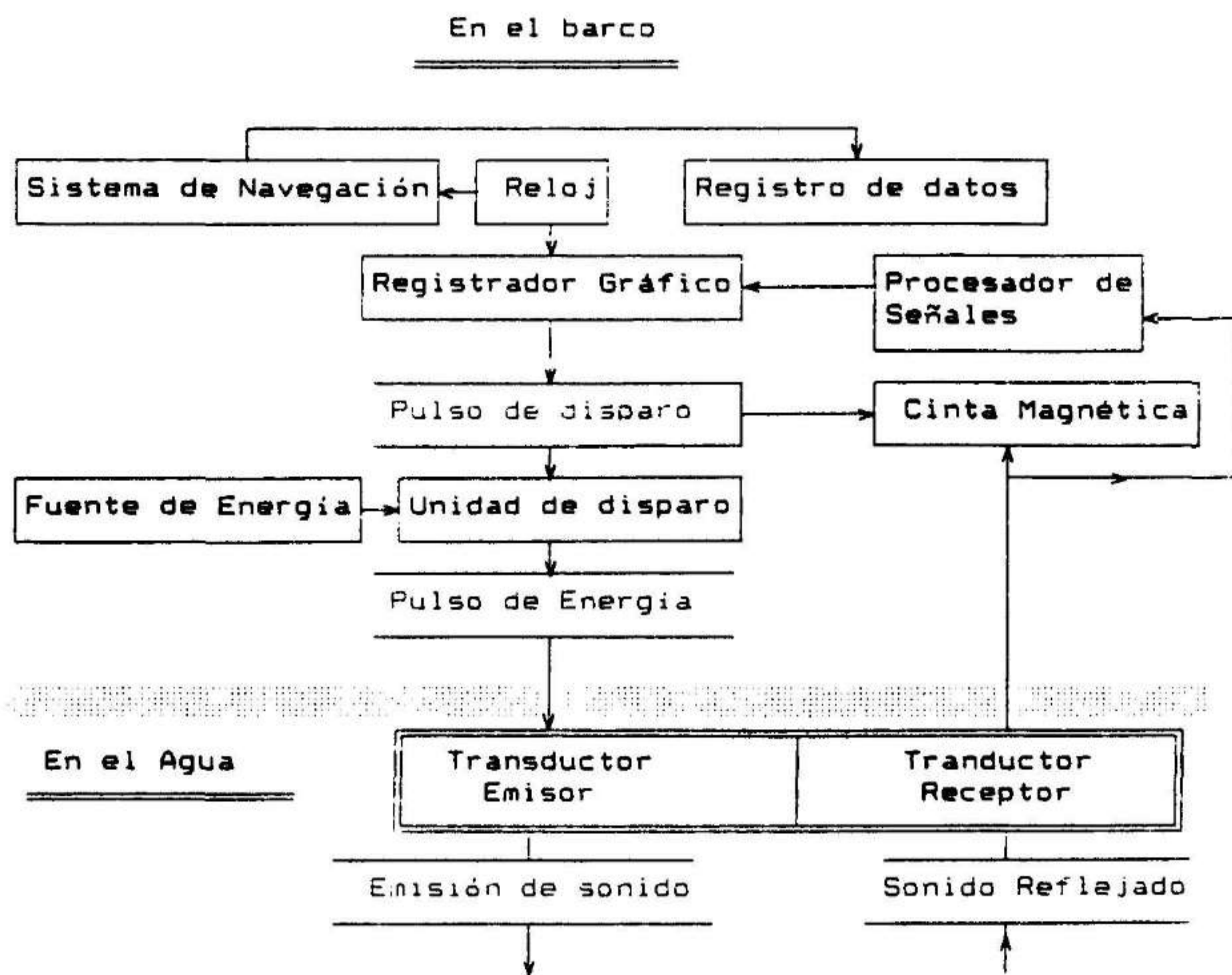


Figura 3. Esquema de funcionamiento de un sistema de exploración sísmica (modificado de McQuilling et al., 1977).

onda se transmite en el agua hasta el fondo donde parte se refleja y parte se refracta. La energía refractada a su vez originará nuevas reflexiones y refracciones hasta su total atenuación. Las sucesivas ondas reflejadas que alcanzaban al receptor producen, al chocar con él, vibraciones, que por la propia naturaleza del material piezoeléctrico, son transformadas en débiles corrientes eléctricas que son amplificadas y filtradas mediante una unidad encargada de procesar la señal. La señal procesada es enviada al registrador que la transforma en un gráfico. El gráfico se origina por la acción de un estilete colocado sobre una correa plástica que se desplaza continuamente sobre el papel electrosensible, quemando superficialmente dicho papel cada vez que le llega un impulso eléctrico correspondiente a una reflexión del fondo o subfondo. En función de la amplitud de la onda reflejada la señal dará un determinado tono gris. En el instante que el estilete que ha generado el pulso llega al final de su recorrido, en el otro extremo, el papel avanza ligeramente y otro

estilete (situado sobre la misma correa) se encuentra en el origen esperando un nuevo pulso que iniciará un nuevo ciclo de emisión-recepción.

### **EL PENETRADOR DE FANGOS**

Este sistema sísmico de alta resolución opera a frecuencias comprendidas entre 2 y 12 KHz siendo la más utilizada la de 3,5 KHz.

El sistema está integrado por los emisores-receptores, un transceptor de señales y el registrador de alta resolución.

Los emisores-receptores o transductores pueden ir montados en la estructura del barco, si éste está dedicado normalmente a este tipo de trabajos o pueden estar instalados en un vehículo remolcado a unos 5 metros de profundidad denominado "pez" por su forma hidrodinámica. En dicho vehículo pueden ir montados entre 2 y 10 transductores y aunque éstos pueden actuar simultáneamente como emisores y receptores, en trabajos que requieren una muy alta resolución, como los propios de una campaña de exploración arqueológica, es aconsejable utilizar la mitad como emisores y la otra como receptores. De este modo se reduce la superficie sonorizada en el fondo mejorando la resolución horizontal del registro.

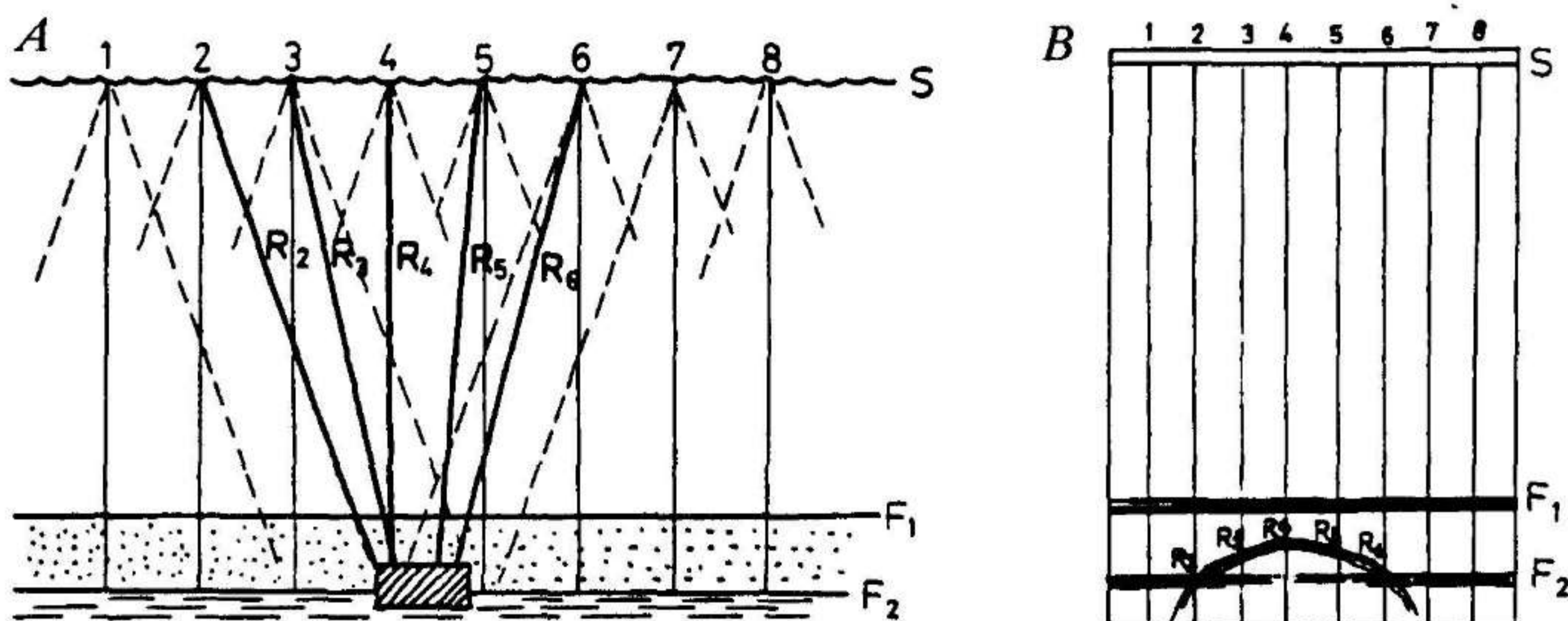
Se denomina transceptor al aparato que realiza la misión de generar la energía eléctrica capaz de excitar a los emisores y a su vez sintonizar y modificar la señal procedente de los receptores amplificándola y filtrándola básicamente. Además los transceptores incorporan un sistema de amplificación dependiente del tiempo transcurrido desde la generación del pulso. Dicho control del TVG (Time Varying Gain) amplifica progresivamente aquellas señales que llegan más tarde al receptor, es decir las que corresponden a reflexiones más profundas y que por tanto llegan al receptor más atenuadas.

El registro, además de obtenerse en papel mediante el registrador gráfico, puede almacenarse en cualquier soporte magnético con un sistema de grabación de dos canales. En uno de los canales se registra el pulso de disparo, generado en el registrador gráfico, y en el otro canal las reflexiones correspondientes a dicho pulso. El registro en soporte magnético se hace sin ningún tipo de filtrado previo, con el fin de procesar posteriormente la señal original y obtener registros con otros tipos de filtrados o con otra escala vertical u horizontal.

La interpretación de los perfiles sísmicos obtenidos con un penetrador de fangos requiere una cierta experiencia así como un conocimiento geológico de la zona, especialmente en lo que respecta a los procesos sedimentarios que han afectado a la zona en los últimos milenios. La exploración de los yacimientos arqueológicos se centra en los depósitos sedimentarios correspondientes a los dos últimos milenios, por tanto es importante reconocer dichos depósitos, aplicando criterios geológicos.

Los registros obtenidos con un penetrador de fangos generalmente no reflejan la geometría de los objetos que se encuentran en el fondo. Esto se debe a dos factores: la exageración vertical que presentan los registros y la No unidireccionalidad de las ondas acústicas. Debido a este segundo factor un objeto que se encuentra por delante en la dirección de avance del emisor producirá reflexiones que se registrarán en el mismo ciclo que ha generado el pulso a una profundidad mayor que la real, debido a la componente horizontal en el trayecto de las ondas. A medida que el emisor se aproxima al objeto el peso de la componente horizontal disminuye y el objeto es registrado más arriba hasta que el pez pasa por encima (o por el lado) en cuyo instante el objeto produce una reflexión horizontal que constituye el vértice de una hipérbola cuya rama descendente se producirá al alejarse (Fig.4). La localización de dichas hipérbolas y su distribución en una red de perfiles sísmicos dará una idea aproximada de la geometría del objeto que las origina, pudiendo tratarse, entre otras causas, de superficies con un alto índice de reflexión, planos de falla, objetos, tuberías, surcos, escarpes, o fondos con topografía muy irregular. La comprensión de este

mecanismo es fundamental en la interpretación de los perfiles obtenidos en campañas de exploración arqueológica y en aplicaciones al campo de la ingeniería offshore.



*Figura 4. Representación esquemática de las reflexiones producidas por un objeto con alto contraste de densidades (Teoría del punto brillante) situados entre dos reflectores F1 y F2. A) Esquema de las trayectorias de los frentes de onda. En trazo discontinuo se representa el ángulo de emisión-recepción, en trazo normal la emisión-recepción directa del fondo y subfondo, y en un trazo grueso las reflexiones producidas en el objeto. B) Perfil sísmico resultante del esquema anterior. Las reflexiones laterales R2, R3, R5 y R6 provocan la aparición de una parábola cuyo vértice R4 representa la situación real del objeto.*

### SONAR DE BARRIDO LATERAL

El sonar de barrido lateral (SBL) produce un registro gráfico en el cual se reproducen las características de la superficie del fondo, a lo largo de una franja paralela a la dirección de la navegación y de anchura variable entre unos pocos metros y varios kilómetros según la potencia y frecuencia del sistema.

El método fue desarrollado en la década de los 50 a partir de los ensayos realizados con sondas situadas oblicuamente respecto al fondo. Su misión inicial, estrictamente militar, dió origen a una nueva línea de investigación al observarse que cuando el fondo estaba lo suficientemente cerca de la sonda éste aparecía de forma algo similar a como se apreciaría con una cámara de televisión o con el ojo humano.

Estos equipos aprovechan la propiedad que tienen las ondas de alta frecuencia de reflejarse totalmente en el fondo sin refractarse en absoluto. Los modernos equipos emplean transductores especialmente diseñados que emiten un haz concentrado de sonido con una abertura horizontal menor de dos grados y un ángulo de abertura vertical mayor de veinte grados. Cada impulso de sonido es de muy corta duración (menos de 1 ms.) con el fin de obtener la máxima resolución. Los transductores, que actúan como emisores y receptores, van situados a ambos lados del "pez".

El esquema de funcionamiento es prácticamente el mismo que en el penetrador de fangos con la diferencia, fundamental, de que el SBL emite y recibe por dos canales claramente diferenciados, que corresponden a los emisores-receptores de babor y estribor respectivamente. Para la obtención de los perfiles gráficos o sonografías los registradores de alta resolución poseen más de un canal de registro, por lo que en el papel aparece una línea central que representa el fondo situado



## **B I B L I O G R A F I A**

**BENDERSON, R.M., KENYON, N.H., STRIDEET, A.M. et alii.**

**1972: Sonographs of the sea floor, a picture atlas. Amsterdam Elsevier Publishing Company.**

**GEYER, R.A. (ed.)**

**1983: CRC Handbook of geophysical exploration at sea. CRC Press inc., Boca Ratón, Florida (USA).**

**McQUILLING, R. y ARDU, D.A.**

**1977: Exploring the geology of shelf seas. Graham & Trotman Limited, London.**



## NORMAS PARA LA PRESENTACION DE ORIGINALES

1ª. Los trabajos se enviarán a la dirección de la revista (Aptdo. de Correos 72, 30080 Murcia). Deberán ser inéditos y no estar aprobados para su publicación en otra revista.

2ª. La lengua de la revista es el castellano, aunque se aceptarán textos bilingües que no excedan en su conjunto el límite previsto por artículo. Deberán acompañarse en cualquier caso de dos resúmenes de 10 líneas, en español y en inglés.

3ª. Los trabajos se presentarán por duplicado e irán precedidos de una hoja en la que figure el título del trabajo, nombre del autor/es, dirección y teléfono de contacto, y fecha de envío; además de su situación profesional y el nombre de la institución científica a la que pertenecen, o con la que colaboran. Los originales se acompañarán de un disquete con el texto completo procesado preferiblemente en Word Perfect.

4ª. La documentación gráfica -tablas, figuras y fotos b/n-, deberá ir numerada correlativamente con indicaciones del lugar donde han de ir colocadas, y llevar en hoja aparte los pies de cada una de ellas. Se presentarán montadas en cajas proporcionales a la de 12 x 19 cms. Incluirán escala gráfica.

5ª. Las citas en el texto se harán de la siguiente forma: Entre paréntesis, el apellido/s del autor/es con minúscula seguido del año de publicación, y caso de citas puntuales, las páginas tras dos puntos.

Ejemplo: (Beltrán, 70:456).

La lista bibliográfica se situará al final del trabajo, por orden alfabético de apellidos. El apellido/s del autor/es, en minúsculas seguidos por la inicial de su nombre propio. Debajo, a un espacio del margen, se indicará el año de publicación de la obra, -diferenciando con letras (a, b, c,..) los trabajos publicados por un autor el mismo año-, seguido de dos puntos. Los títulos de las monografías, o en su caso, de revistas o actas de Congresos deberán ir en cursiva, del siguiente modo:

Lamboglia, N.

1955: "Sulla cronologia delle anfore romane de età repubblicana". *Rivista Studi Liguri* 21: 252-260.

Mas García, J.

1979: *El Puerto de Cartagena*. Cartagena.

Ramón, J.

1991a: "El yacimiento fenicio de Sa Caleta". *III Jornadas de Arqueología Fenicio-púnica*, 1988: 177-196. Ibiza.

1991b: *Las ánforas púnicas de Ibiza*, Ibiza.

6ª. Las notas complementarias al texto aparecerán a pie de página numeradas consecutivamente.

7ª. La publicación de artículos en la revista *Cuadernos de Arqueología Marítima* no da derecho a remuneración alguna.

8ª. Los autores recibirán gratuitamente 25 separatas de su artículo y un ejemplar del volumen en el que se publique.

9ª. Durante la corrección de las pruebas -que se enviarán al autor sin el original- no se admitirán variaciones significativas ni adiciones al texto; los autores deberán corregir las pruebas en un plazo máximo de quince días desde la entrega de los mismos.

10ª. La dirección de la revista se reserva el derecho a devolver los originales que no se correspondan con la línea de la revista, o no cumplan las normas de publicación. Podrá asimismo, sugerir las modificaciones que estime oportunas a los originales aceptados.

11ª. La dirección de la revista no se hace responsable de las infracciones que los autores pudieran cometer contra la Ley General de la Propiedad Intelectual.

MUSEO NACIONAL  
DE ARQUEOLOGIA MARITIMA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
ARQUEOLOGICAS SUBMARINAS

MINISTERIO DE CULTURA

DIRECCION GRAL. DE BELLAS ARTES Y ARCHIVOS

Publicac  
Arte, arque  
fotogr, etc  
ARMARIO 1